



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



MĚŘENÍ ROZTAŽNOSTI PLETENIN URČENÝCH PRO SPODNÍ PRÁDLO

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R013 – Management obchodu s oděvy

Autor práce: **Nikola Kloudová**

Vedoucí práce: Ing. Renáta Nemčoková



TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC

Faculty of Textile Engineering



MEASURING THE EXPANSION OF KNITTED FABRICS DESIGNED FOR UNDERWEAR

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study: branch: 3107R013 – Management of clothing trade

Autor: **Nikola Kloudová**

Supervisor: Ing. Renáta Nemčoková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Nikola Kloudová**
Osobní číslo: **T11000386**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Management obchodu s oděvy**
Název tématu: **Měření roztažnosti pletenin určených pro spodní prádlo**
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte průzkum týkající se tažnosti a pružnosti elastických materiálů (aplikovaný výzkum, normy).
2. Uveďte aplikace pružných textilních materiálů ve výrobě spodního prádla a vliv charakteru materiálů při tvorbě nové kolekce.
3. Na základě průzkumu realizujte zkoušky měření pružnosti elastických materiálů.
4. Diskutujte výsledky získané z jednotlivých způsobů měření a doporučte vhodnou zkoušku pro testování nového materiálu při konstrukční přípravě výroby spodního prádla.



Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná


Seznam odborné literatury:

- Kovář R., Pletení, Liberec 1997
- Filatov V.N. Navrhování pružných textilních výrobků, SNTL, 1984
- Staněk J.: Nauka o textilních materiálech. Díl I., Část 4., Vlastnosti délkových a plošných textilií. Skripta VŠST. Liberec, 1986.
- Richardson Keith, Designing And Pattern Making For Stretch Fabrics, Oxford: Blackwell Publishing 2008, ISBN 978-1-56367-479-2
- Yu W., Fan J., Harlock S.C., Innovation and Technology of women's intimate apparel, Cambridge, England, Woodhead Publishing Limited and CRC, 2006, ISBN-13: 978-1-84569-046-5, pp.123-131


Vedoucí bakalářské práce: Ing. Renáta Nemčoková
Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce: 2. listopadu 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: 19. května 2014


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. listopadu 2013

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Renátě Nemčokové z Katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci za cenné rady, připomínky, trpělivost a ochotu při vedení mé závěrečné práce. Ráda bych také poděkovala pracovníkům laboratoře komfortu katedry oděvnictví, kteří se mnou trávili nějaký ten čas při provádění výzkumu. Dále děkuji firmě Triola, která mi poskytla materiál pro uskutečnění experimentální části. Další poděkování patří mé rodině a přátelům, kteří mě po dobu studia podporovali.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývala studiem měření roztažnosti pletenin určených pro spodní prádlo. V práci lze nalézt základní informace o pleteninách, jejich historii, rozdělení, materiálech pro výrobu, jejich mechanické vlastnosti a jedna samostatná kapitola je věnována přímo podprsenkám. V rámci této práce byl proveden výzkum možných zkoušek a norem pro určení tažnosti, pružnosti a pevnosti pletenin. Nedílnou součástí práce byly poskytnuté materiály určené pro podprsenky, typy zkoušek a přístroje, na kterých se dané experimenty prováděly. V závěru práce jsou uvedena naměřená data, ke kterým bylo dospěno v průběhu výzkumu za pomoci třech různých metod, a vyhodnocena pomocí subjektivní analýzy probantkou, která vyhodnotila jaký materiál a metoda je pro zákazníka nejoptimálnější.

Klíčová slova:

Elastické materiály, pevnost pletenin, tažnost pletenin, pružnost pletenin, přístroj Testometric, podprsenka.

Annotation

This bachelor's thesis dealt with study measuring of the expansion knits designed for underwear. In thesis can be found basic information's about knits, it's history, partition, materials for producing, mechanical properties and one part is devoted directly about bras. It was made research on the possible tests and norms for determine the ductility, flexibility and strength of knits. Integral parts of thesis were provided materials designed for bras, types of tests and equipment which were used for experiments. In the conclusion of thesis are listed acquired data which were found during the research using the three different methods and the data were evaluated by a subjective analysis of the probant, who evaluated material and method, which are the most optimal for a customer.

Keyword:

Elastan fabrics, strength of knitted fabrics, knitted fabrics elongation, flexibility knits, Testometric device, bra

Použité zkratky a symboly

ČSN	česká technická norma
PA	polyamid
PL	polyester
CO	bavlna
ČSN	česká technická norma
tř. 300	vázané stehy
tř. 400	vícenitné- řetízkové stehy
tř. 500	obnitkovací řetízkové stehy
tř. 600	krycí řetízkové stehy
obr.	obrázek
tab.	tabulka
tzv.	takzvaným
tř.	třídy
max.	maximálně
mm	milimetr
N	newton
F _p	pevnost pleteniny
H _x	hustota řádku nebo sloupků, záleží na směru namáhání
F _n	průměrná pevnost nitě
ε	tažnost textilie
l _p	délka vzorku při přetrhu
l _o	původní upínací délka vzorku
např.	například
CRE	type tensile testing machine
F	jednotka síly
konst.	konstantní
č.	číslo
vl.	vlastní
sl.	sloupek
ř.	řádek

hod.

hodin

Abs.

absolutní

zákl.

základní

Obsah

ÚVOD	11
1 REŠERŠNÍ ČÁST.....	13
1.1 HISTORIE PLETENÍ.....	13
1.2 PLETENINY.....	14
1.2.1 Vlastnosti pletenin.....	14
1.2.2 Dělení pletenin	14
1.2.3 Rozdělení.....	15
1.3 MATERIÁLY PRO VÝROBU PLETENIN	16
1.4 GEOMETRIE PLETENIN.....	16
1.5 SPODNÍ PRÁDLO - PODPRSENKY	17
1.5.1 Švy a stehy.....	18
1.6 MECHANICKÉ VLASTNOSTI PLOŠNÝCH TEXTILIÍ.....	19
1.6.1 Základní definice	20
1.6.2 Pevnost plošných textilií v tahu.....	20
1.6.3 Tažnost	21
1.6.4 Výpočet tlaku.....	22
1.7 DRUHY ZKOUŠEK	22
1.7.1 Anglická norma D 4964-96.....	23
1.7.2 PV 3909.....	25
1.7.3 Edited by Guowen Song	26
1.7.4 YU, Winnie Wing-Man	27
1.7.5 Podle Filatova.....	28
1.7.6 Zjišťování pružnosti plošných textilií - Část 3: Úzké textilie	30
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	31
2.1 CHARAKTERISTIKA ZKOUŠENÝCH MATERIÁLŮ	31
2.2 POPIS PŘÍSTROJŮ	32
2.2.1 Testometric Model M350-5CT.....	32
2.2.2 Trhací přístroj LABTEST 2.05	32
2.2.3 Rozdíly trhacích přístrojů:	32
2.3 MĚŘENÍ ROZTAŽNOSTI PLETENIN	33

2.4	TVAR A PŘÍPRAVA VZORKŮ PRO JEDNOTLIVÉ ZKOUŠKY	33
2.5	VYHODNOCENÍ ZÍSKANÝCH DAT	34
2.6	ANALÝZA A POROVNÁNÍ METOD	35
2.6.1	<i>Metoda 1</i>	36
2.6.2	<i>Metoda 2</i>	39
2.6.3	<i>Metoda 3</i>	42
2.6.4	<i>Vyhodnocení naměřených výsledků</i>	44
2.7	SUBJEKTIVNÍ ANALÝZA VYHODNOCENÍ PRUŽNOSTI NA ŽENSKÉ PROBANTCE.....	47
3	ZÁVĚR	50
4	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ INFORMACÍ	52
4.1	POUŽITÉ ZDROJE	52
5	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	54
6	SEZNAM TABULEK.....	56
7	SEZNAM GRAFŮ	57
8	SEZNAM PŘÍLOH.....	58
9	PŘÍLOHA.....	59

Úvod

V současné době zastává u ženského pohlaví podprsenka nedílnou a důležitou součást oděvu, jelikož tato část oděvu nejenže podtrhuje krásu ženské symetrie a zvýrazní typické ženské křivky, což ocení každá žena, ale podprsenka ženám může prsa jak zvětšit tak i zmenšit, plní obrovské množství funkcí díky dnešní pořád se zdokonalující době. Trh dnešní doby nabízí velké množství druhů a střihů podprsenek z nepřeberného množství materiálů, tvarů, velikostí košíčku a ramínek. Ať už si to uvědomujeme nebo ne, spodní prádlo je v současné době doslova fenoménem žen po celém světě. Oblečení jako takové se postupem času dostalo do popředí, přestože v minulosti ženám prádlo sloužilo k zakrytí intimních partií, dnes je tomu přesný opak.

Ve firmách, které se zabývají právě výrobou spodního prádla, je velmi důležitá znalost jejich vlastností a chování materiálu za různých podmínek. V rámci experimentuje nejdůležitější u podprsenek znalost chování právě pletenin, které jsou nejpoužívanějšími typy materiálu, je zapotřebí vědět, jak se chovají hlavně při tahovém a cyklickém namáhání v obou směrech.

Bakalářská práce byla zaměřena především na mechanické vlastnosti pletenin, k dispozici bylo získáno 5 odlišných materiálů, které se lišily jak vazbou, použitým materiálem, hustotou, hmotností a v neposlední řadě i symboly k ošetření. Práce byla především u těchto typů materiálů zaměřena na jejich pružnost, tažnost a pevnost. Tato práce se věnovala 3 odlišným metodám, pomocí kterých byly zjištěny jejich vlastnosti, a pomocí subjektivní metody bylo ověřeno, jaký materiál je z hlediska „nositelnosti“ nejvhodnější pro běžnou ženu.

První kapitola rešeršní části byla věnována pleteninám, její charakteristice, rozdělení, mechanickým vlastnostem a to především pevnosti, tažnosti a tlaku, který působí na tělo při stáhnutí. Jedna část byla přímo zaměřena na podprsenky a to na nejvhodnější materiály pro tento oděv, něco málo k jeho vývoji, jeho vlastnostem, typům švů a stehů, které lze použít ve výrobě. Poslední část byla zaměřena na výzkum možných zkoušek, norem, odborných článků ať už českých nebo anglických, ze kterých je možné vycházet při měření pružnosti a roztažnosti pletenin.

Cílem experimentální části byla aplikace výzkumu z řešeršní části a výběr různých metod, norem pro výzkum při stejných podmínkách, dále porovnání výsledků výzkumu, v čem se jednotlivé výsledky liší, a nalezení příčin jejich odlišnosti. V závěru byly zhodnoceny a diskutovány hodnoty s doporučením nejvhodnější varianty s ohledem na výstupy subjektivní metody, jejímž cílem bylo zejména pohodlí pro nositelku.

1 Rešeršní část

1.1 Historie pletení

Pletařský průmysl zařazujeme k nejmladšímu odvětví textilní výroby. Až od začátku našeho letopočtu začínáme datovat počátky pletení. Pletařství se rozšiřovalo velmi pomalu. Z 6. století jsou známy zbytky pletených výrobků a až ve 13. století se objevují jedny z prvních pletených výrobků a to ve Španělsku. V Německu a ve Francii vzniká rozšíření cechů a řemeslné výroby v období 16. a 17. století. Mechanické pletení spojujeme s Pastorem Williamem Leem, který je známý především vynálezem plochého zátažného stávku roku 1589. Tímto vynálezem pletařskou výrobu velmi urychlil. Na našem území vznikla roku 1697 první pletárna. V době 19. století a 20. století byly vynalézány nové principy, je to období technického zdokonalování. V době 19. století datujeme téměř všechny principy pletacích strojů.

V současné době se zlepšuje jakost pletenin, zdokonaluje se užití pletenin a rozšiřuje se sortiment. Úroveň pletařských strojů dosahuje vysokých technických dokonalostí, zlepšuje se využití strojů, zvyšuje se podstatně produktivita strojů, získáváme nové vzorovací principy, objevují se tak vzorovací a vazební možnosti. Vazební možnosti jsou dané například využitím elektroniky.

V současnosti nám zahrnují rozsáhlou oblast právě výrobky pletařského průmyslu, je to zejména díky jejich užitným vlastnostem a stále se rozšiřujícímu sortimentu a hlavně díky dnešní pohodě se zdokonalující době kde je kladen důraz hlavně na komfort pro zákazníka. Jedná se o typy výrobků jako punčochové a ponožkové zboží, prádlo, které řadíme jako výrobky kusové, dále o zátažné pleteniny v metráži, které jsou zpracovávány opět na prádlo, trika a vrchní ošacení. Další typy výrobků jsou například módní svetry, ale i některé punčochové výrobky, které tvoří pleteniny tvarované plošně i prostorově pletením. Posledním typem výrobků jsou speciální pleteniny pro technické účely, dále to mohou být stuhy nebo pletené kožešiny apod. [1], [3]

1.2 Pleteniny

„Pleteniny jsou plošné textilie vyrobené z nití vytvářením a vzájemným proplétáním oček uspořádaných do sloupků a řádků“. „Pletenina vzniká přetvářením a krátkými pohyby nití, které mohou být odvíjeny podle potřeby velkých a nepohybujících se těles.“

Pleteniny jsou propleteny v určité vazbě, která je základním konstrukčním parametrem a jsou tvořeny z jedné soustavy nití, oproti tkaninám, které jsou tvořeny ze dvou soustav. Z definice vyplývá, že pletenina má větší prostředky k tomu se deformovat. Sloupek nazýváme seskupením společně provázaných oček. Řádek vzniká seskupením po sobě nebo najednou vytvářených oček. [12],[2], [1]

1.2.1 Vlastnosti pletenin

Typické pro vlastnosti pleteniny je především jejich struktura (šířka oka, výška oka, délka nitě v oku, tloušťka – hustota sloupků a řádků, průměr nitě) a materiál, který zpracujeme do pletenin. U zátažných typů pletenin mezi nejdůležitější vlastnosti můžeme zařadit: tažnost, pružnost, mačkavost, splývavost, stáčivost, zátrhavost, paratelnost, pevnost ve švu, prodyšnost, tepelně izolační vlastnosti, savost, náročnost údržby, atd. Jsou to takzvané užité vlastnosti spotřebitele. Pleteniny osnovní se často vyrábí z chemického hedvábí. Pro tyto výrobky jsou charakteristické vlastnosti odlišné díky materiálu, který na ně použijeme, a díky jejich odlišné struktuře např. nižší tažnost, pružnost, apod. Chemickým hedvábím mohou být například krajky, tyly, záclonové výrobky, podšívkoviny. [3]

1.2.2 Dělení pletenin

Základním vazebním prvkem u pleteniny jsou oka. Pleteniny jsou tvořeny z jedné soustavy nití:

- z příčné soustavy nití - pleteniny zátažné
- z podélné soustavy nití - pleteniny osnovní [3]

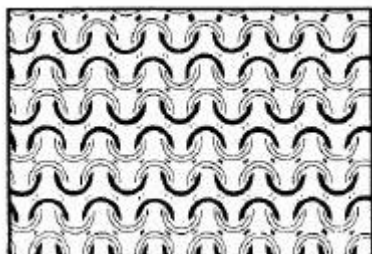
1.2.3 Rozdělení

Pleteniny jsou rozděleny do dvou základních skupin, které se liší hlavně tím, z jaké soustavy nití jsou vyrobené:

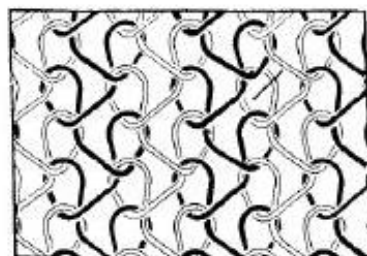
- Zátážná pletenina
- Osnovní pletenina [2]

Zátážná pletenina

Zátážná pletenina, která je vidět na obrázku č. 1 je získávána z příčné soustavy nití. Celý řádek nebo celá pletenina může být vyrobena pouze z jedné nitě, jelikož pletenina prochází ve směru řádku. Zátážné pletení lze provést buď strojově pomocí pletařských zátážných strojů, nebo ho lze realizovat ručně na jehlicích. Tyto pleteniny se převážně pletou na jazýčkových nebo dvoujazýčkových jehlách. Zátážná pletenina se vyznačuje tím, že je snadno paratelná. Používáme ji na punčochové výrobky, trička, vrchní ošacení, svetry, ponožky, čepice, dětské (kojenecké) soupravy a teplé prádlo.



Obrázek 1 Zátážná pletenina [2]



Obrázek 2 Osnovní pletenina [2]

Osnovní pletenina

Oproti pletenině zátážné je osnovní získána vyroběním z podélné soustavy nití „osnovy“. Osnovní pletenina je vidět na obrázku č. 2. Vyrábí se na osnovních pletařských strojích. Z jedné nitě je vytvořené každé očko v řádku. Osnovní pletenina prochází ve směru sloupků pleteninou. Převážně se vytváří na strojích s jehlami háčkovými i jazýčkovými. Tato pletenina je oproti zátážné obtížněji paratelná. Používáme ji na prádlové výrobky, podšívkoviny, závěsy, domácí obleky, vrchní ošacení a rukavice. [3], [2]

Zkrácené označování pletenin

Podle ČSN 80 0018 a 80 0019 pletařské vazby rozdělujeme na:

ZJ- zátažná jednolící pletenina

ZO- zátažní oboulící pletenina

ZR- zátažná obourubní pletenina

ZI- zátažní interloková pletenina

OJ-osnovní jednolící pletenina

OO-oboulící osnovní pletenina [3]

1.3 Materiály pro výrobu pletenin

Na výrobu pletenin se používají materiály z přírodních i chemických vláken. Vyrábí se nitě jednoduché, skané, družené, ale i nitě složitějších konstrukcí. Lze použít i nitě stejné, různé, odlišných materiálů, jemností, strukturou, barvou apod. Z jednoho druhu vláken nebo ze směsi dvou či více druhů se vytvářejí jednoduché příze. Družením a skáním zvyšujeme tloušťku a stejnoměrnost tloušťky nití. Zvláštní jsou nitě, u kterých byl při předení, skaní nebo úpravě vytvořen plastický nebo barevný efekt, který dodal zvláštní charakter textilií, tato zvláštní skupina se nazývá efektní nitě. [2]

1.4 Geometrie pletenin

Mezi hlavní parametry řadíme:

- délka nitě a průměr nitě, které patří mezi nezávislé vstupní parametry
- rozteč sloupků a řádků
- tloušťka pleteniny, která naopak patří mezi závislé vstupní parametry

Velmi složitou geometrii má zpravidla každé očko v reálné pletenině. Díky této složité geometrii se pro její popis používají modely vazebních prvků. Jednoduchý model oka nazýváme tzv. Dalidovičovým modelem. Model je definován jako půlkružnice obloučků, které vychází z předpokladu neměnného průměru a stěny oka jsou jako úsečky. [1]

1.5 Spodní prádlo - podprsenky

První zmínka o spodním prádle se datuje už před 5000 tis. lety. Až od druhé poloviny 14. století se začal výrazně měnit tvar a podprsenka se stala nedílnou součástí oblékání pro každou ženu. Podprsenka je běžnou součástí pro ženy ať už jako spodní prádlo nebo plavky. Spodní prádlo je často vyrobeno z pleteniny nebo elastického materiálu a musí mít stabilní tvar, vhodné vlastnosti pro příjemný pocit při nošení a dále konturovat a dát volnost pohybu v každém směru. Moderní spodní prádlo můžete vidět na obrázku č. 3, 4.

Pro vývoj výrobků z pletenin bychom měli zvážit pružnost textilie a tím i její případné zmenšení, aby se dosáhlo přijatelného nošení s funkční výkonností. Vzory jsou menší než rozměry těla, jelikož při nošení se materiál roztáhne. Mezi různé mechanické vlastnosti typické pro intimní oblečení patří např. dobrá roztažnost při nízkých silách.

Obecně existují dvě možnosti tvarování košíčků u podprsenky a to konstrukčním způsobem nebo tepelným způsobem. V průmyslové výrobě se běžně používají obě možnosti.

Kombinace materiálu u konstrukčních tvarů podprsenek jsou založeny na bavlně v kombinaci s PA, PL a většinou s elastanem v procentuální přítomnosti 3 - 20 %. Malá část podprsenek je založena na PA nebo PL v kombinaci s CO a elastanem. Například:

80% PA + 20% elastan

90% CO + 10% elastan

80% CO + 12% PA + 8% elastan

70% PA + 20% PL + 5% elastan + 5% CO

60% CO + 35% PA + 5% elastan

Kombinace materiálů u tepelně tvarovaných podprsenek jsou založeny téměř ryze na PL a PA v kombinaci s elastanem (3-20%) a CO (většinou pouze do 33%). Například:

100% PL

67% PL 33% CO

87% PA + 13% elastan

45% PA + 40% PL + 15% elastan

55% PL + 30% CO + 12% PA + 3% elastan

Konstrukce podprsenky je převážně složena ze dvou prsních košíčků, sedla, dvou zadních dílů a dvěma ramínky. Podprsenka tvoří spodní část oděvu, která slouží ke zpevnění a tvarování prsou. Spodní prádlo má význam fyziologický, hygienický a tvarovací. [7], [14], [15]



Obrázek 3 Spodní prádlo Triola [26]

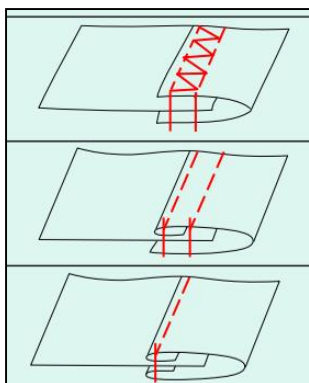


Obrázek 4 Spodní prádlo Triola[17]

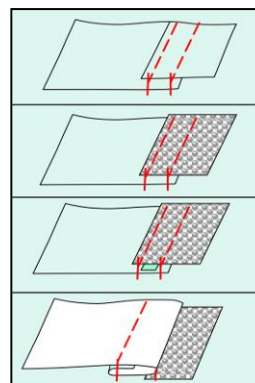
1.5.1 Švy a stehy

K výrobě spodního prádla lze využít stehy tř. 300, 400, 500, 600 (Obr. č. 5,6) a švy lemovací nebo začistiřovací. Šicí stroj se stehem vázaným ozdobným se v průmyslové výrobě oděvů a prádla z pletenin využívá jen velmi málo, ale jednojehlové šicí stroje se stehem řetízkovým splňují základní požadavky pro spojování pleteniny. Steh je pružný a tažný, což umožňuje, že se výrobek ve švech natahuje. Využívá se hlavně u výrobků, které přiléhají na tělo např. prádlo, plavky, vrchní oděvy. Šicí stroj se stehem obnitkovacím je též společně se stehem řetízkovým nejpoužívanějším šicím strojem pro prádlové výrobky.

Splňuje všechny požadavky pro pleteninu, steh je pružný a tažný a zároveň obnitkovává okraje pleteniny, čímž zabraňuje případnému třepení. Šicí stroj s krycím stehem pro, který je charakteristický právě krycí steh, se využívá na obrubování a lemování prádla. [15], [16]



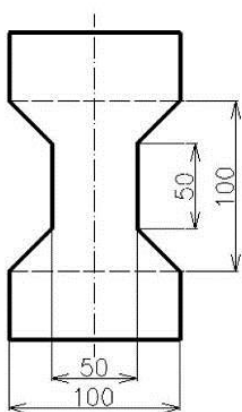
Obrázek 6 vypracování krajů a švů prádla[15]



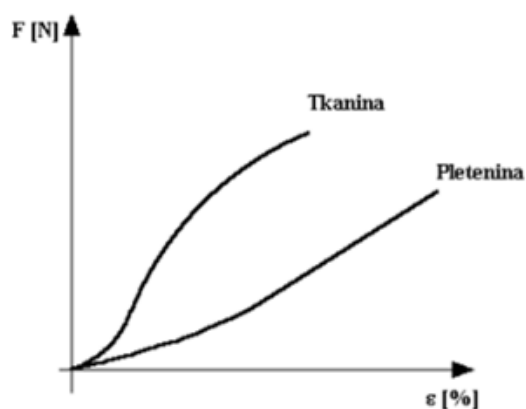
Obrázek 5 vypracování hraničních krajů a švů prádla[15]

1.6 Mechanické vlastnosti plošných textilií

Mechanické vlastnosti plošných textilií jsou způsobené jejich odezvou na působení okolních sil. U hotových výrobků, hlavně v oděvních výrobcích, se odehrávají malé deformace oděvu. V praxi k takovým namáháním dojde jen málokdy, jelikož by to znamenalo porušení plošné textilie. Mezi deformační vlastnosti řadíme pevnost a tažnost. [10]



Obrázek 8 Vzorek pro zjišťování pevnosti a tažnosti[1]



Obrázek 7 tahová křivka tkaniny a pleteniny[10]

1.6.1 Základní definice

Pružnost- neboli elasticita materiálu je vlastnost kdy se materiál při působení určité síly, má sklon po odstranění síly navracet zpět do původního stavu.

Roztažnost- poměrné zvětšení plochy vzorku vlivem tažnosti pletenin vyjádřené v %.

Pevnost- je to maximální tahová síla zjištěná v průběhu zkoušení textilie tahem až do přetrhu.

Tažnost-poměr prodloužení materiálu při dosažení působení maximální síly k jeho výchozí délce, vyjádřené v procentech

Prodloužení-k materiálu na který je vyvíjena určitá síla se vytvoří přírůstek délky, vyjadřuje se v jednotkách délky [18], [22], [27]

1.6.2 Pevnost plošných textilií v tahu

Pevnost nám udává norma, podle které se řídíme a postupujeme u zkoušek. Vzorky textilie zkoušíme ve dvou směrech. U pleteniny ve směru sloupků a řádků. Dle normy je stanoven tvar vzorků a způsob vystřížení z plošné textilie, které by neměly mít společnou nit. Oproti tkanině, která má vyšší pevnost, je u pleteniny typická nižší pevnost, větší tažnost a pomaleji zvedající se křivka (Obr. č. 8). Pevnost značíme v jednotkách F [N]. Významné je pozorovat vlastnosti pletenin, které využíváme pro technické účely. U pletenin pro oděvní účely pevnost nemá až tak zásadní význam, jelikož ji málokdy namáháme až na mez pevnosti. [1]

Pro výpočet pevnosti lze použít vzorec:

$$F_p = H_x \times F_n \times K_{vz} \times K_{vp} \quad [N] \quad (1)$$

Kde je:

- F_p pevnost pleteniny
- H_x hustota řádku nebo sloupků, záleží na směru namáhání
- F_n průměrná pevnost nitě
- K_{vz} koeficient vazby
- K_{vp} koeficient využití pevnosti

1.6.3 Tažnost

Lze vyrobit pleteniny, kde získáme vysokou tažnost, ale naopak je můžeme vyrobit i s velmi nízkou tažností ve všech směrech. Často je pletenina namáhána biaxiálně ve dvou směrech. Textilii lze zatěžovat v polovině, celém cyklu a ve více cyklech. V polovině cyklu znamená, až do přetržení, kde cyklus nelze dokončit. V celém cyklu můžeme sledovat pružnost textilie i schopnost zotavení při zatížení a odlehčení. Ve více cyklech se zkoumají pouze únavy textilie.

Na vzorku, který použijeme, velmi záleží. Pleteniny mají tvar vzorků kombinovaného lichoběžníku a upínáme je kolmo ke směru namáhání ve srolované formě. Pro pleteniny získáváme vzorek podle šablony (obr. č. 7). Pleteniny se výrazně liší od tvaru tahových křivek tkanin. Tkaniny už od začátku mají přírůst síly, ale pleteniny oproti nim volnější vazné body, strukturu nití a vysoké prodloužení. U pleteniny narůstá hodnota síly F [N] teprve po vypnutí vazby ve směru tahové deformace. [1], [11]

Pomocí matematického modelu si vyjádříme směrovou tažnost sloupků a řádků tímto vzorcem:

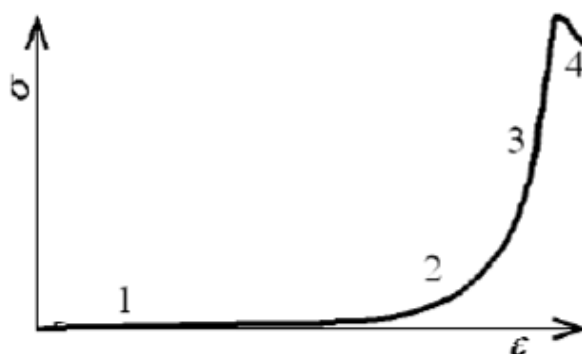
$$\varepsilon = \frac{l_p - l_o}{l_o} \times 100 \quad [\%] \quad (2)$$

Kde je: ε tažnost textilie [%]

l_p délka vzorku při přetrhu [m]

l_o původní upínací délka vzorku [m]

Nejlépe lze pevnost a tažnost popsat pomocí deformační křivky (Obr. č. 9). Deformační křivka se skládá ze čtyř úseků. V prvním úseku křivky se pletenina začíná deformovat působením velmi malého napětí. V druhé části křivky se zvětšuje strmost křivky, jelikož se nitě ve vazných bodech posouvají a deformuje se průřez nitě. U třetí části již k změnám geometrie takřka nedochází a uplatňuje se zde tažnost nitě. V poslední části křivky dojde k přetrhu nitě. [1]



Obrázek 9 Deformační křivka pleteniny [1]

kde ε [%] deformace pleteniny
 σ [%] napětí pleteniny

1.6.4 Výpočet tlaku

Pro elastické výrobky je charakteristické to, jak působí jejich tlak na tu část lidského těla, na které jsou výrobky navléknuty. Působením pružného textilního výrobku na tělo musíme počítat s jeho silami. Při analýze prádlových výrobků z elastických plošných textilií jako první ukazatel stanovíme jeho roztažnost. Jeho projektováním je nutno zmenšit jeho šířku. [4]

1.7 Druhy zkoušek

Metody a aplikace zjišťování roztažnosti pletenin určených pro spodní prádlo:

- 1) Anglická norma D 4964 – 96
- 2) Česká norma-PV 3909
- 3) Článek podle Edited by Guowen Song
- 4) Článek podle YU, Winnie Wing-Man
- 5) Zkouška roztažnosti podle Filatova
- 6) Česká norma- ČSN EN 14704-3 (800886)

Tabulka 1 - Zkoušky na měření roztažnosti pletenin

Zkouška	1	2	3
Rozměry vzorků[mm]	350 x100	50 x 160	50x200
Síla[N]	Max. 100	10,25,50,100	2,5
Rychlost [mm x min ⁻¹]	500 ±15 300±15	-	-
Vzorky	5/5	min.3/3	4/4
Doba působení[min]	15	30	5
Přístroj	CRE	CRE	Tyčka o průměru max. 15 mm
Cykly	3	1	0

Tabulka 2 - Zkoušky na měření roztažnosti pletenin

Zkouška	4	5	6
Rozměry vzorků[mm]	350x100	50x200	150 x délce výrobku
Síla[N]	Max. 100	3	7,5
Rychlost [mm x min ⁻¹]	300	100	500
Vzorky	5/5	5/5	5/5
Doba působení[min]	15	1	15
Přístroj	Instron	Trhací přístroj s konst. rychlostí deformace	CRE
Cykly	3	3	0,3

1.7.1 Anglická norma D 4964-96

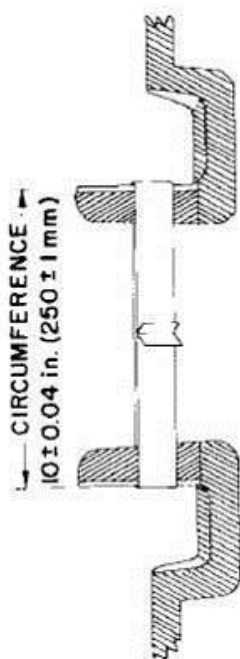
Pevnostní zkouška v tahu a prodloužení [*Standard Test Method for Tension and Elongation of Elastic Fabrics (Constant-Rate-of-Extension Type Tensile Testing Machine)*] je anglická norma z roku 1996, která se vydává na základě pevného označení D 4964 obr. č. 10.

Tato metoda zahrnuje měření napětí a tažnost širokých nebo úzkých elastických tkanin vyrobených z přírodních nebo umělých elastických materiálů a to buď samostatně nebo v kombinaci s jinými textilními vlákny při zkoušení s konstantní rychlostí CRE. Použití této zkoušky požaduje údaje o napětí smyčky a tažnosti, na kterých budou výsledků testů stanoveny.

Shrnutí zkušební metody: smyčka je namontována do CRE typu stroje pro zkoušení tahem. Vzorek je poté prodloužen ve stanoveném prodloužení, po protažení se opět vrátí v zadaném poměru na nulu. Tento cyklus se opakuje celkem dvakrát, abychom dostali dohromady 3 cykly. Během provádění testů se vykresluje křivka, která udává hodnoty o napětí a prodloužení, k tomu nám slouží zařízení pro automatizovaný rekordér pro všechny cykly nebo jen třetí.

Prodloužení při zadaném napětí se vypočítá z grafu 3 cyklu nebo získáním dat z přístroje. Napětí a prodloužení smyčky z elastického materiálu je důležitým kritériem pro posouzení vhodnosti pleteniny pro konečné použití jako například: základní oděvy, podprsenky nebo plavky.

Aparát: pásové svorky drží smyčku během testování. Vzdálenost smyčky kolem svorky dosahuje 250 ± 2 mm. Průměr svorky je stanoven na $13,00 \text{ mm} \pm 0,25$ mm nebo $6,56 \pm 0,25$ mm. Rozměry vzorků, které jsou potřebné k této metodě: 350 mm x 100 mm. Rychlost přístroje 500 ± 15 mm nebo 300 ± 15 mm při cyklickém namáhání max. 100N. Napětí smyčky by mělo dosahovat 30,50,70%. Tato metoda byla vybrána pro experiment. [8], [23]



Obrázek 10 Smyčka vzorku umístěna na svorkách [8]

1.7.2 PV 3909

Jedná se o českou normu z roku 1996, kterou určíme statické a trvalé protažení textilie. Zkouška je prováděna na speciálním přístroji, který vidíte na obr. č. 11. K provedení je zapotřebí minimálně 3 vzorků ve směru sloupků a 3 vzorků ve směru řádků. Rozměry vzorků jsou minimálně 50x160 mm a jsou na nich označeny body pro uchycení ve vzdálenosti 100 mm. Materiál je upnut v horních upínacích svorkách zařízení a bude na něj působit silami 10, 50, 25 a 125 N. V tomto stavu, ve kterém jsou vzorky namáhány závaží, necháme vzorek 30 minut působit a poté změříme statické protažení. Po změření statického protažení můžeme ze vzorku odebrat závaží a vzorek necháme dalších 30 minut viset v horní upínací svorce. Tím získáme trvalé protažení, které nám vyplyne zbylou délkovou změnou. Výsledné hodnoty se nám budou lišit materiálem, který použijeme, a jeho strukturou. Tato metoda nebyla vybrána pro experiment. [9]



Obrázek 11 PV 3909[24]

1.7.3 Edited by Guowen Song

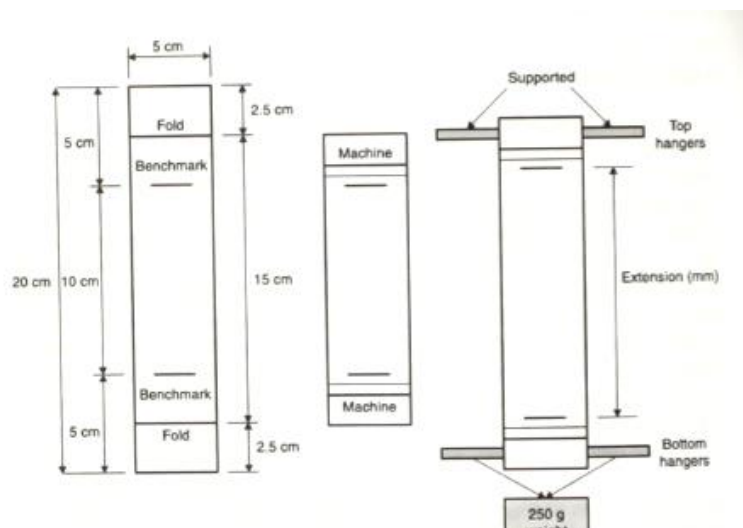
Guowen Song napsala a v roce 2011 vydala knihu, která se zabývá zlepšováním komfortu v oblékání. Kniha popisuje komfort jako nejdůležitější vlastnost oděvu požadovanou spotřebitelem a uživatelem, což vyplynulo ze studií. Snaží se tu porozumět lidskému pohodlí a znalostem o tom, jak navrhnout oděvy pro maximální komfort při nošení, který je nezbytný pro oděvní průmysl.

Dává zde recenze a popisuje metody v článcích, jak zlepšit komfort v oblékání podle nejnovějších vývojů v oblasti výroby.

Autorka se v jednom z článků zmiňuje o jednoduchém zátěžovém testování, které si mohou dovolit i tací, kteří nemají možnost měřit na speciálních strojích (obr. č. 12).

Byl zaveden tzv. „průmyslový standard“, který umožňuje postupovat jednoduchou metodou pro výpočet míry pružnosti materiálu. Tato metoda nabízí konzistentní výsledky. Autor použil speciálně upravený závěs - tyčku - na zátěžový test, tyčka by měla mít průměr max. 15 mm. Cílem metody bylo zjistit a spočítat pružnost materiálu při napětí 2,5 N. Pro tuto zkoušku bylo zapotřebí minimálně 4 vzorků ve směru sloupků a 4 vzorků ve směru řádků o rozměrech délky 200 mm a šířky 50 mm. Vzorek tvořil obdélník s měřítkem 100 mm, který se ověřuje na prodloužení délky. Konce materiálů byly zahnuty o 25 mm a přišity řetízkovým stehem, aby vzorek materiálu vytvořil otvor pro vložení závěsu (tyčky). Poté byl vzorek vsunut na závěs a stabilizován po dobu pár sekund, po stabilizování bylo na vzorek připevněno závaží o hmotnosti 250 gramu, které působilo 1 minutu.

Procento prodloužení se vypočítá odečtením počáteční délky (mm) z prodloužené délky (mm) a pak se výsledek dělí původní počáteční délkou (mm) *100, lze též použít výpočet i jednoduše odečtením od 100% z prodloužené délky (X). Procento roztažení se vypočítá: $X\% - 100\%$. Např.: $156\% - 100\% = 56\%$. Tato metoda nebyla vybrána pro experiment. [19], [23]



Obrázek 12 Jednoduché zátěžové testování[19]

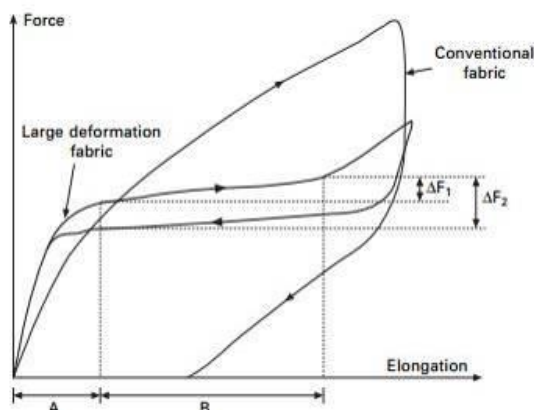
1.7.4 YU, Winnie Wing-Man

Tato kniha (*Improving komfort in clothing*), „Inovace a technologie dámského intimního oblečení“ byla vydána v roce 2006. Kniha se zabývá intimním oblečením, které v businessu prochází zásadní technologickou změnou. Popisují se zde nové metody měření, konstrukční techniky v kombinaci s inovovanými materiály a výrobními metodami, které transformují rozsah, kvalitu a aplikace dámského spodního prádla. Toto významné knižní dílo poskytuje autoritativní recenzi tohoto vývoje. Po úvodní kapitole, která je zaměřena na pojem tělesná krása, se v první kapitole diskutuje o inovaci ve výrobě podprsenek, včetně vývoje v měření prsou a dimenzování, inovace v podprsence a designu a zlepšení technologie výroby podprsenek. V následujícím sledu kapitol je klíčová pružnost pletenin. Kniha končí hodnocením vývoje intimního prádla se speciálními funkcemi, jako jsou např. sportovní podprsenky a bezešvé spodní prádlo.

Na obrázku č. 13 jsou znázorněny velké deformace, které nám neposkytuje pouze určité napětí, když se oděv natáhne, aby se do něho vešlo tělo, ale také nám zajišťuje komfort po jídle a při dýchání. Pružnost materiálu může výrazně ovlivnit to, jak se v něm cítíme. V této práci byl použit přístroj Instron k měření roztažnosti pletenin v souladu s ASTM D4964-96 metodou. Vzorek materiálu pro zkoušení byl ušit pro vytvoření smyčky s obvodem 250 mm o rozměrech 350x100 mm.

Po dobu 3 cyklů musí napětí činit max. 100 N a rychlost 300 mm/min, tím byly získány požadované výsledky.

Horní mezní síla by neměla být podstatně vyšší, než napětí při nošení, protože většina pletenin není 100% elastická. I s použitím elastanu textilie ztrácí energii a zachovává si určité zbytkové prodloužení po odebrání zatížení. Oba směry u pleteniny by měly být testovány. Tato metoda nebyla vybrána pro experiment, jelikož autorka knihy tuto metodu zkouší podle anglické normy D 4964-96, která zde již byla popsána. [7], [23]



Obrázek 13 síla/prodloužení diagram velkých

1.7.5 Podle Filatova

Knihy „*Navrhování pružných textilních výrobků*“ byla vydána roku 1984, jedná se tedy o nejstarší metodu, která je zde uváděna, proto je třeba ji brát s nadhledem, jelikož se od té doby hodně věcí posunulo ve vývoji dále. Kniha je od ruského autora Vladimíra Nikolajeviče Filatova, kterou přeložila Ing. Eva Lesyková Csc. V knize jsou vysvětleny mechanické vlastnosti elastických nití a popsány zvláštnosti struktury výrobků s elastickými nitěmi. Je zde sestaven matematický model výrobku, který je zkoumán z hlediska pružnosti oděvu, je zde uvedena metodika výpočtu měření tlaku.

Vzorky pro zkoušení se získávají pomocí GOSTu 3710-72, jsou nastříhány textilie, které musí být minimálně 5 mm od krajů ve směru té soustavy, která je specifická větší roztažností. Zkoušky se provádějí na zařízení, které se nazývá trhačí přístroj a je vyznačen konstantní rychlostí deformace. Všechny zkoušky se provádí při stejných klimatických podmínkách, které jsou normální. Ke stanovení elasticity a roztažnosti je zapotřebí pět vzorků tvaru proužků o rozměrech 50 mm x 200 mm.

K samostatné zkoušce se jeden konec vystřiženého vzorku upne v horní upínací svorce trhačího přístroje a druhý konec vzorku se spustí do spodní upínací svorky a zatíží se předpětím. Zatížení pro plošné textilie o hmotnosti do 250 gm^{-2} je 0,2 N, ale o hmotnosti

250 gm⁻² bude zatížení činit 0,3 N. Horní a spodní upínací svorka je nastavena tak, aby od sebe byly ve vzdálenosti 100 mm. Spodní svorka je zafixována až ve chvíli, kdy je docíleno předběžného protažení pruhu textilie, poté je sejmuta i závěsná svorka.

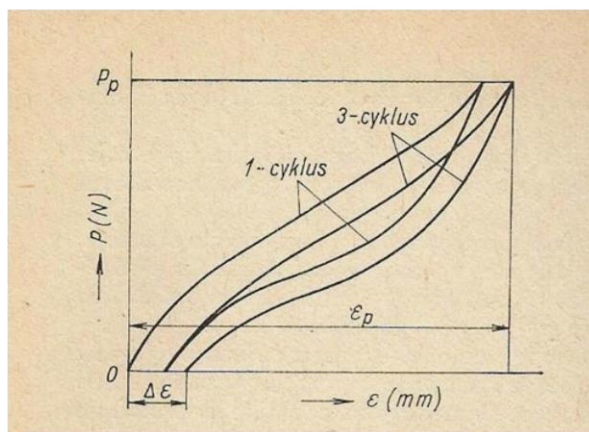
Daných výsledků lze docílit při rychlosti deformace 100 mm min⁻¹ a při stanovení zatížení síly 3 N. Konstantního zatížení na vzorek lze docílit tím, že se bude protahovat třikrát. Pružnost daného vzorku se zjistí z výsledné křivky protažení, která je stanovena v procentech. Křivka protažení (obr. č. 14) uvádí protažení vzorku při třetím nebo pátém protahovacím cyklu. Tato metoda nebyla vybrána pro experiment z důvodu roku vydání publikace, metody a vyhodnocování byly v této knize zastaralé a nynější články už jsou posunuty ve vývoji o dost dále. [4]

Elasticitu vzorku lze vypočítat pomocí vzorce (4):

$$E = \frac{\varepsilon_p - \Delta\varepsilon}{\varepsilon_p} 100 [\%] \quad (3)$$

Kde znamená: ε_p protažení proužku textilie při třetím cyklu protahování (mm)

$\Delta\varepsilon$ zbytkové protažení proužku po třetím cyklu protahování (mm)



Obrázek 14 Křivky protažení[4]

1.7.6 Zjišťování pružnosti plošných textilií - Část 3: Úzké textilie

Tuto problematiku popisuje Norma 800886 a je rozdělena na 3 části. Tato norma, kterou si autorka pro bakalářskou práci vybrala, je českou verzí evropské normy EN 14704-3 z roku 2006. Mladší verzi tvoří norma z roku 2005 ČSN EN 14704-1(800 886) Metoda Strip. A starší verzi z roku 2007 ČSN EN 14704-2(800 886) Multiaxální zkoušky. Autorka si vybrala část 3 z důvodu, že předmětem normy je chování výrobku při používání pro úzké textilie, čímž se předešlé normy nezabývají. V této normě se zkouší i ramínka k podprsence a popisuje se, jakou silou máme na daný materiál působit podle jeho hmotnosti při šířce zkušebního vzorku v (g/m).

Tato 3. část normy popisuje metody zkoušení, které mohou být použity k měření pružnosti a souvisejících vlastností úzkých plošných textilií. Jsou specifikovány dvě metody: jedna pro účely zabezpečování kvality výrobků (metoda A) a druhá pro chování výrobku při používání (metoda B).

Metoda A - Zkušební vzorek úzké plošné textilie o stanovených délkových rozměrech se protahuje konstantní rychlostí do dosažení stanovené síly při odsouhlaseném počtu cyklů. Lze měřit několik charakteristik ke zjištění chování a profilu úzkých plošných textilií.

Metoda B - Zkušební vzorek úzké plošné textilie o stanovených délkových rozměrech se protahuje konstantní rychlostí do dosažení stanovené síly a protažení v jednom cyklu ve stanoveném pořadí. Zjištěné charakteristiky ukazují na chování úzké plošné textilie při používání. Více o postupu v normě. Tato metoda byla vybrána pro experiment, takže je metoda v experimentální více rozvedena. [18], [27], [22]

2 Experimentální část

Cílem experimentální části bylo navržení možností měření a aplikace výzkumu dle norem a článků pro tažnost a pružnost pletenin určených na spodní prádlo. Tažnost a pružnost pletenin byla měřena pomocí dvou přístrojů a jedné zjednodušené metody, kterou lze uplatnit, když není přístup k trhacím přístrojům:

- Zjednodušená metoda pomocí tyček (Metoda 1)
- Trhací přístroj Testometric model M350-5CT(Metoda 2)
- Trhací přístroj LABTEST 2.05(Metoda 3)

Všechna měření byla provedena v laboratořích Technické Univerzity v Liberci na katedře oděvnictví. Zkoumání vazeb a hustoty sloupků a řádků bylo zjištěno na katedře hodnocení textilií. Všechna měření byla provedena podle EN ISO 139, vzorky byly uloženy bez napětí minimálně 24 hod. v klimatických podmínkách.

2.1 Charakteristika zkoušených materiálů

Materiál byl poskytnut firmou Triola a.s, jedná se tedy o materiály, které se skutečně používají ve výrobě přímo určené pro podprsenky. Firma poskytla 5 různých materiálů spolu s materiálovými listy s vlastnostmi jednotlivých materiálů, které se liší jak vazbou, použitým materiálem, hustotou sloupku a řádků, hmotností a v neposlední řadě symboly ošetřování. V tabulce č. 3 je lze vidět. Zkoušeno bylo celkem 5 druhů materiálu, z nichž z každého byly vždy vybrány 3 vzorky ze směru sloupku a 3 vzorky ze směru řádku.

Tabulka 3 - Vlastnosti materiálu

Typ mat.	-	1	2	3	4	5
Vazba	-	Zátažná-interlok	Osnovní-trikot,satén	Osnovní - trikot+řetízek	Osnovní -satén+trikot	Osnovní -sukno+trikot
Mat. složení		52%PA-skinlife,36%PA,12%EL	74%PA,26%EL	72%PA,28%EA	82%PA,18%EL	54%PA,46%EL
Hustota na 10 cm	Sloupky	250	177	275	195	237
	Řádky	350	790	300	660	435
Hmotnost	g/m ²	210	260-290	164-230	240-270	250,00

2.2 Popis přístrojů

2.2.1 Testometric Model M350-5CT

Tento model je stolní univerzální dvousloupový zkušební trhací přístroj (obr. č. 15), který je kompletně řízen přes počítač a využívá software WinTest Analysis. Na přístroji je možné dosáhnout výkonu, až 5000 N. Můžeme na něm měřit jak sílu, tak i prodloužení s přesností na 0,001 mm. Rychlost přístroje lze nastavit taktéž s přesností na 0,001 mm/min a to až do maximální rychlosti 2000 mm/min.

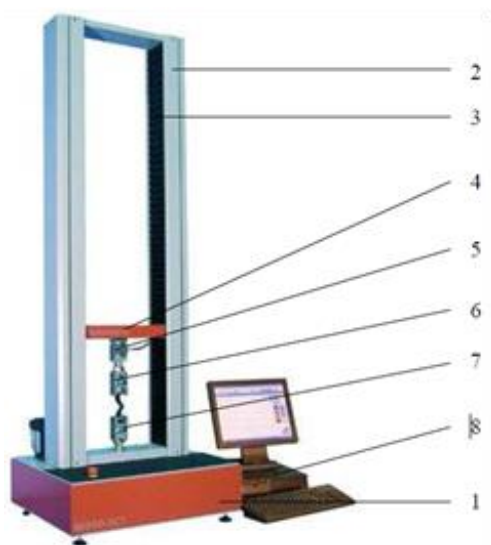
Přístroj je tvořen podstavcem (1), na který je připevněno zařízení pro zatěžování vzorků (2). V zatěžovacím zařízení jsou vodící dráhy (3) pro vedení příčnicku (4). Na příčník je přidělena snímací hlava (5) s horní čelistí (6). Dolní čelist (7), která je k měření také potřeba. Čelisti mohou mít různé tvary a určují se podle toho, jaké jsou požadavky na měření a jaký materiál použijeme. Měřicí přístroj je připojen k počítači (8), který zaznamenává a zpracovává naměřená data.[21]

2.2.2 Trhací přístroj LABTEST 2.05

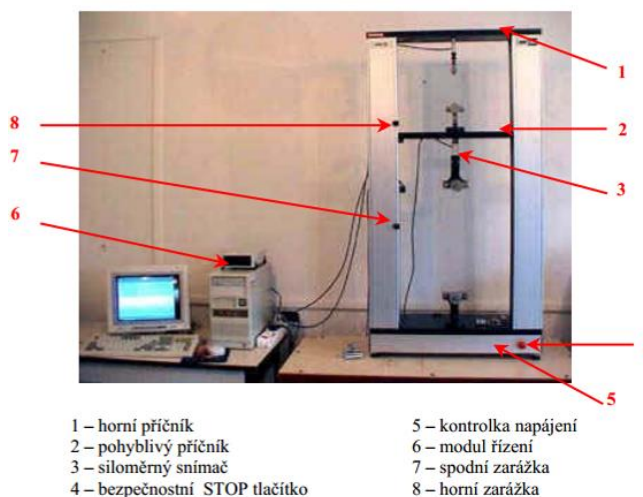
Stroj je určený pro měření tažnosti a pružnosti plošných textilií, šicích nití a vlastností švů oděvních výrobků. Stroj je rozdělen na dva prostory - horní a dolní - ty nám rozdělují pohyblivý příčník. Na horní části příčnicku je možné dosáhnout rychlosti až do 100 N, zde se zjišťuje tažnost a pevnost nití, cyklické namáhání a pevnost a tažnost lepeného spoje, ale dolní pohyblivý příčník snímá sílu až do 2500N, kde je měřena hlavně pevnost a tažnost plošných textilií, šitých spojů apod. Trhací přístroj lze vidět na obrázku č. 16. [20]

2.2.3 Rozdíly trhacích přístrojů:

Trhací přístroje se liší hlavně rokem výroby-trhací přístroj LABTEST 2.05 je starší typ trhačky oproti Testometric Model M350-5CT. Oba přístroje byly dne 14. 11. 2012 kalibrovány, takže byly výsledky srovnatelné z obou trhaček. Novější typ trhacího přístroje je ovládán pneumaticky (vzduchem), ale starší typ má mechanické upínání vzorků. Novější typ umožňuje více možností a nastavení např. počet cyklů.



Obrázek 16 Testometric Model M350-5CT [20]



Obrázek 15 LABTEST 2.05[21]

2.3 Měření roztažnosti pletenin

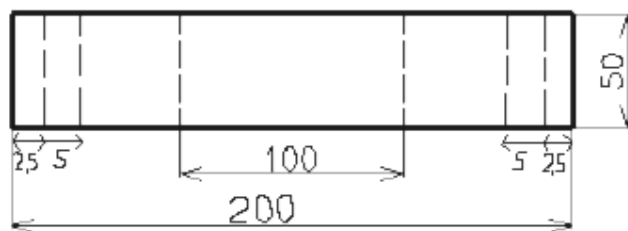
Pro měření tažnosti a pružnosti byly vybrány tři odlišné metody, které v této části experimentu budou porovnány. Každá metoda se liší způsobem, jakým je prováděna, ale jejich vstupní parametry zůstávají u všech stejné.

2.4 Tvar a příprava vzorků pro jednotlivé zkoušky

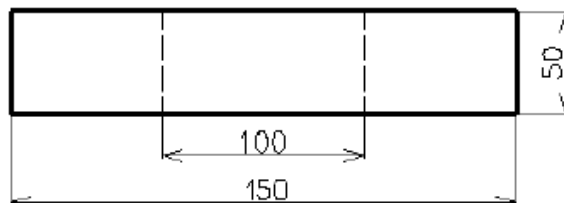
Tvar vzorků byl různý podle prováděné zkoušky (obr. č. 18, 19, 20). Pro každou zkoušku byl nastříhán stejný počet vzorků vždy 30. Všechny vzorky měly obdélníkový tvar (proužek). U dvou metod bylo zapotřebí použít šicí stroj (obr. č. 17). Šicí stroj značky Tjamato je jednojehlový dvounitný stroj se stehem řetízkovým, který bylo zapotřebí použít na pružný materiál, aby použitý steh neovlivňoval průběh zkoušky. I když na materiálech, které bylo zapotřebí sešít, byly vyznačené značky pro prošití, v důsledku velké roztažnosti sešívajícího materiálu se autorce nepodařilo tento materiál sešít zcela přesně.



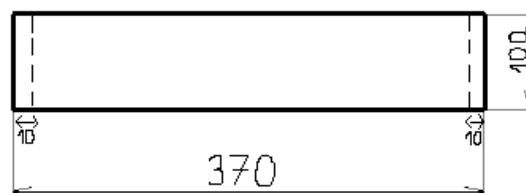
Obrázek 19 Šicí stroj Tjamato[vl. zdroj]



Obrázek 17 Tvar vzorku pro metodu 1[vl. zdroj]



Obrázek 18 tvar vzorku pro metodu 2[vl. zdroj]



Obrázek 20 Tvar vzorku pro metodu 3[vl. zdroj]

2.5 Vyhodnocení získaných dat

Po provedených zkouškách na trhacích přístrojích a tyčce lze podle normy ČSN 80 0886 u všech materiálů vypočítat další vhodné veličiny jako trvalá deformace, protažení, nevratné protažení, vratné protažení a pružné zotavení.

a) Protažení, S, v procentech

$$S = \frac{E - L}{L} \cdot 100 [\%] \quad (3)$$

Kde je: E- prodloužení (mm) při maximální síle při pátém cyklu

L- výchozí délka (mm)

b) Nevratné protažení, C , vyjádřené v procentech

$$C = \frac{Q-P}{P} \cdot 100 [\%] \quad (4)$$

Kde je: Q - vzdálenost mezi nanesenými referenčními značkami (mm) po stanovené době zotavení

P - výchozí vzdálenost mezi nanesenými referenčními značkami (mm)

c) Vratné protažení, D , vyjádřené v procentech

$$D = (100 - C) [\%] \quad (5)$$

d) Pružné zotavení, R , vyjádřené v procentech

$$R = \frac{D}{S} \cdot 100 [\%] \quad (6)$$

V tabulkách č. 4, 5, 7, 8, 10 je uveden přehled protažení, nevratného protažení, vratného protažení a pružného zotavení pro jednotlivé materiály ve směru sloupků a řádků. Všechny tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce v procentech.

Dále u všech naměřených hodnot autorka provedla statistické výpočty, zjistila průměr, směrodatnou odchylku, rozptyl a variační koeficient viz příloha č. 8, 9, 10, 12.

2.6 Analýza a porovnání metod

V této části jsou blíže popsány a charakterizovány metody, které byly v experimentu nazvány jako metoda 1, 2 a 3. U těchto metod je popisován princip zkoušení, závěrečné hodnocení, vyhodnocení graf z naměřených hodnot a v poslední řadě vyhodnocení všech metod navzájem, kde byl výsledkem graf spojený se subjektivní analýzou. V příloze č. 13 byl z každé metody 1, 2, 3 a subjektivní analýzy vložen typický vzorek z měření pro danou metodu.

2.6.1 Metoda 1

Metodou 1 nazvala autorka jednoduchou metodou podle *Guowen Song*, která spočívala v tom, že byl zaveden průmyslový standard, který umožňuje postupovat jednoduchou metodou pro výpočet míry pružnosti materiálu. Tato metoda nabízí konzistentní výsledky. Autor použil speciální upravený závěs - tyčku - na zátěžový test, která by měla mít průměr max. 15 mm. Cílem metody bylo zjistit a spočítat pružnost materiálu při napětí 2,5 N. Pro tuto zkoušku bylo zapotřebí minimálně 4 vzorků ve směru sloupků a 4 vzorků ve směru řádků o rozměrech délky 200 mm a šířky 50 mm. Vzorek tvoří obdélník s měřítkem 100 mm, který se ověřuje na prodloužení délky. Konce materiálů byly zahnuty o 25 mm a přišity řetízkovým stehem, aby vzorek materiálu vytvořil otvor pro vložení závěsu (tyčky).

Poté byl vzorek vsunut na závěs a stabilizován po dobu pár sekund, po stabilizování bylo na vzorek připevněno závaží o hmotnosti 250 gramu, které působilo 5 minut.

Procento prodloužení se vypočítá odečtením počáteční délky (mm) z prodloužené délky (mm) a pak se výsledek dělí původní počáteční délkou (mm) *100, lze též použít výpočet i jednoduše odečtením od 100% z prodloužené délky (X). Procento roztažení se vypočítá: $X\% - 100\%$. Např.: $156\% - 100\% = 56\%$

Princip zkoušky

Autorka bakalářské práce se zcela nedržela metody podle *Guowen Song*, kdy se odchýlila od výpočtů, ale princip metody byl dodržen. Autorka se držela způsobu výpočtu podle normy ČSN EN (800886). Pro lepší porovnání výsledků výzkumu.

Před samotným měřením bylo zapotřebí si nejdříve připravit vzorky pro zkoušení. Na šicí dílně byly nastříhány vzorky o rozměru 200 x 50 mm vždy 3 ze směru sloupků a 3 ze směru řádku. Poté se na šicím stroji zahnuly o 2,5 cm a přišily v kraji řetízkovým stehem pro pozdější vložení tyčky. Dále bylo zapotřebí zajistit místo, kde se daná zkouška bude provádět, k tomu posloužila obyčejná nástěnka, na které se pomocí špendlíku a milimetrového papíru vytvořily vhodné podmínky. Cílem metody bylo zjistit a spočítat pružnost materiálu při zatížení 2,5 N a 5 N. Po přípravě vzorků se tyto materiály jednotlivě vsunuly na závěs a po dobu pár sekund stabilizovaly, poté se pomocí pytlíčku zatížily silou 2,5 N, ve druhém měření silou 5 N.

Doba působení na jednotlivé vzorky byla 5 min. a poté bylo změřeno prodloužení. Jednotlivé vzorky byly po sundání ze závěsu po dobu 5 min. ponechány bez zátěže a následně byla změřena trvalá deformace.

V tabulce č. (4,5) je uvedeno při síle 2,5 N a 5 N protažení, nevratné protažení, vratné protažení a pružné zotavení.

Tabulka 4 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 1- Síla 2,5 N

2,5 N	Základní délka (mm)	Prodloužení (mm)	Trvalá deformace (mm)	S %	Abs. deformace (mm)	C%	D %	R %
1s	98,7	118,5	100,7	20,09	19,83	2,03	97,973	487,642
1ř	98,9	117,7	101,4	19,02	18,80	2,53	97,471	512,500
2s	98,4	101,3	98,7	3,02	2,98	0,36	99,644	3294,11
2ř	100,2	106,5	100,2	6,31	6,33	0,00	100,00	1583,79
3s	100,8	146,8	104,7	45,62	46,00	3,82	96,182	210,815
3ř	99,3	132,5	101,5	33,43	33,20	2,22	97,784	292,470
4s	99,2	115,0	99,7	15,93	15,80	0,50	99,496	624,525
4ř	99,0	116,5	99,0	17,71	17,53	0,03	99,975	564,622
5s	100,0	112,8	100,7	12,80	12,80	0,63	99,375	776,562
5ř	99,5	127,8	100,5	28,44	28,30	0,98	99,020	348,233

Tabulka 5 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 1- Síla 5 N

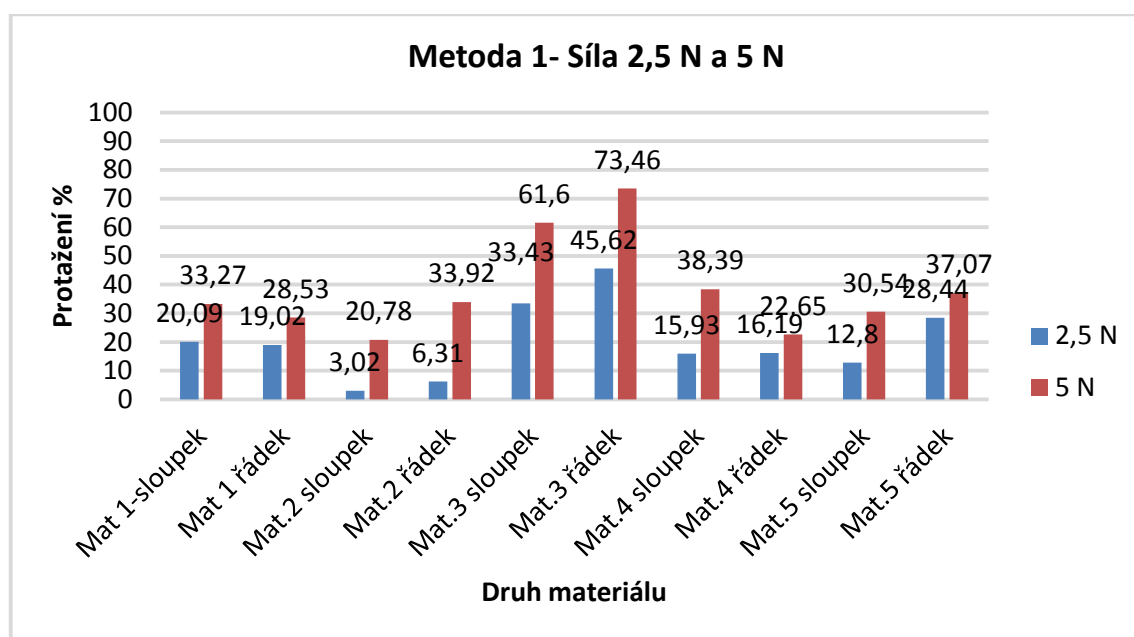
5 N	Základní délka (mm)	Prodloužení (mm)	Trvalá deformace (mm)	S %	Abs. deformace (mm)	C %	D %	R %
1s	100,90	134,47	104,67	33,27	33,57	3,73	96,27	289,37
1ř	97,33	125,10	100,00	28,53	27,77	2,74	97,26	340,94
2s	102,67	124,00	102,90	20,78	21,33	0,23	99,77	480,16
2ř	100,23	134,23	104,0	33,92	34,00	3,76	95,58	281,76
3s	99,57	160,90	102,20	61,60	61,33	2,64	97,36	158,04
3ř	103,13	178,90	107,30	73,46	75,77	3,98	96,35	131,15
4s	101,33	140,23	101,80	38,39	38,90	0,46	99,54	259,30
4ř	101,10	116,67	103,53	15,40	15,57	2,41	97,59	633,83
5s	98,90	129,10	101,13	30,54	30,20	2,26	97,74	320,09
5ř	101,33	132,23	102,67	30,49	30,90	1,32	98,68	323,26

Dílčí závěr

Měření touto metodou je dle názoru autorky velmi jednoduché a finančně nenáročné a zvládne ji každý laik. Jak je z předchozí tabulky patrné, tak nejvyšší tažnost u síly 2,5 i 5 N vykazuje materiál 3 ve směru řádku. Nevratné protažení u síly 2,5 i 5 N vykazuje opět materiál 3 ve směru řádku. Získané hodnoty, kterých se dosáhlo pomocí měření, a jejich vypočítané veličiny jsou uvedeny v tabulkách a grafech přiložených v příloze č. 3, 8. Pro každý materiál jak ve směru sloupků, tak ve směru řádku je vložen charakteristický obrázek, která je v příloze č. 3

Podle grafu č. 1 je na první pohled zřejmé, že se materiály při působení síly 5 N více natáhnou, u některých je to až o polovinu hodnoty. Na první pohled je znatelné, že nepružnější materiál je číslo 3 po směru řádku i sloupku a nejméně pružný je materiál číslo 2 ve směru řádku i sloupku.

Graf 1 - Vyhodnocení 1 metody



2.6.2 Metoda 2

Metodou 2 nazývá autorka metodu na přístroji testometric Model M350-5CT, podle České normy- ČSN EN 14704-3 (800886). Tuto metodu zkoušela při dvou různých silách a odlišných cyklech jako v metodě 3, aby bylo vidět, jak se materiál v různých situacích chová. V první části měření byly nastaveny vstupní parametry, ze kterých autorka vytvořila definici, kterou si poté přístroj pamatoval a už nebylo zapotřebí ji při každém měření nastavovat.

Princip zkoušky:

V první části měření na trhačím přístroji autorka nastavila vstupní parametry – viz tabulka č. 6 (vstupní parametry pro sílu 2,5 N), v druhé části (vstupní parametry pro sílu 5 N) nastavila vstupní parametry odlišné silou, kterou na daný proužek materiálu působila, a počtem zatěžovacích cyklů, které byly reálnější pro chování výrobku při nošení.

Velikost vzorku činila 150x50 mm, na kterém se dále stanovily body ve vzdálenosti 100 mm pro uchycení čelistmi v přístroji. Proužek byl upnut do čelistí pomocí pneumatického ovládání. Poté byla spuštěna zkouška podle předdefinovaných vstupních parametrů, hodnoty byly v průběhu zkoušky zaznamenávány do grafů a byly uloženy do počítače, který byl připojen k trhačímu přístroji.

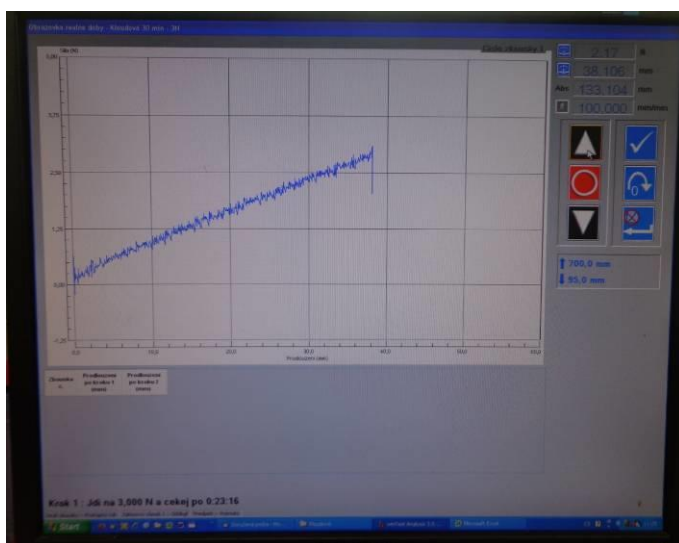
Tabulka 6 - Vstupní parametry pro metodu 2

Základní parametry		
Síla (N)	2,5	5
Upínací délka (mm)	100	100
Rychlost protahování (mm/min)	300	300
Počet zatěžovacích cyklů	0	3
Předpětí (N)	0	0
Čas (min.)	30	15

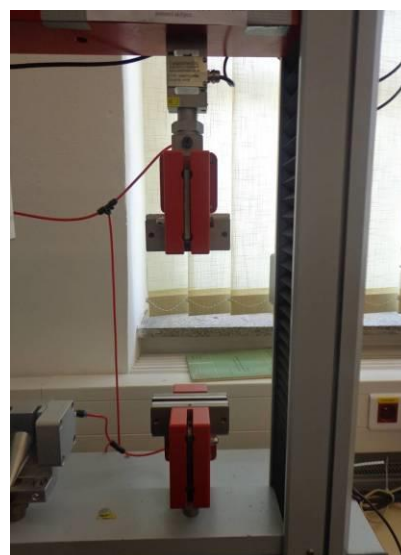
Dílčí závěr:

Tato metoda je z pohledu autorky nejméně náročná, k přípravě vzorků není zapotřebí šicího stroje a materiál stačí do přístroje upnout pomocí čelistí (obr. č. 22) a poté už celé měření provádí trhačí přístroj, který v průběhu zkoušky zaznamenává (obr. č. 21) prodloužení materiálu při maximální síle a jednotlivé prodloužení v každém cyklu, na konci měření přístroj poskytne graf.

Jak je patrné z tabulek č. 7, 8, nejvyšší tažnost u síly 2,5 a 5 N vykazuje materiál 3 ve směru řádku. Nevratné protažení u síly 2,5 N vykazuje materiál 1 ve směru řádku, ale u síly 5 N ho vykazuje materiál 3 ve směru řádku. Získané hodnoty, kterých se dosáhlo pomocí měření, a jejich vypočítané veličiny jsou uvedeny v tabulkách a grafech přiložených v příloze č. 9, 6. Pro každý materiál jak ve směru sloupků, tak ve směru řádku je vložen jeden charakteristický graf, který pořídilo měřícího zařízení. Obrázky z průběhu měření jsou přiloženy v příloze č. 4



Obrázek 22 Průběh zkoušky [vl. zdroj]



Obrázek 21 Přístroj Testometric Model M350-5CT [vl. zdroj]

Tabulka 7 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 2- Síla 2,5 N

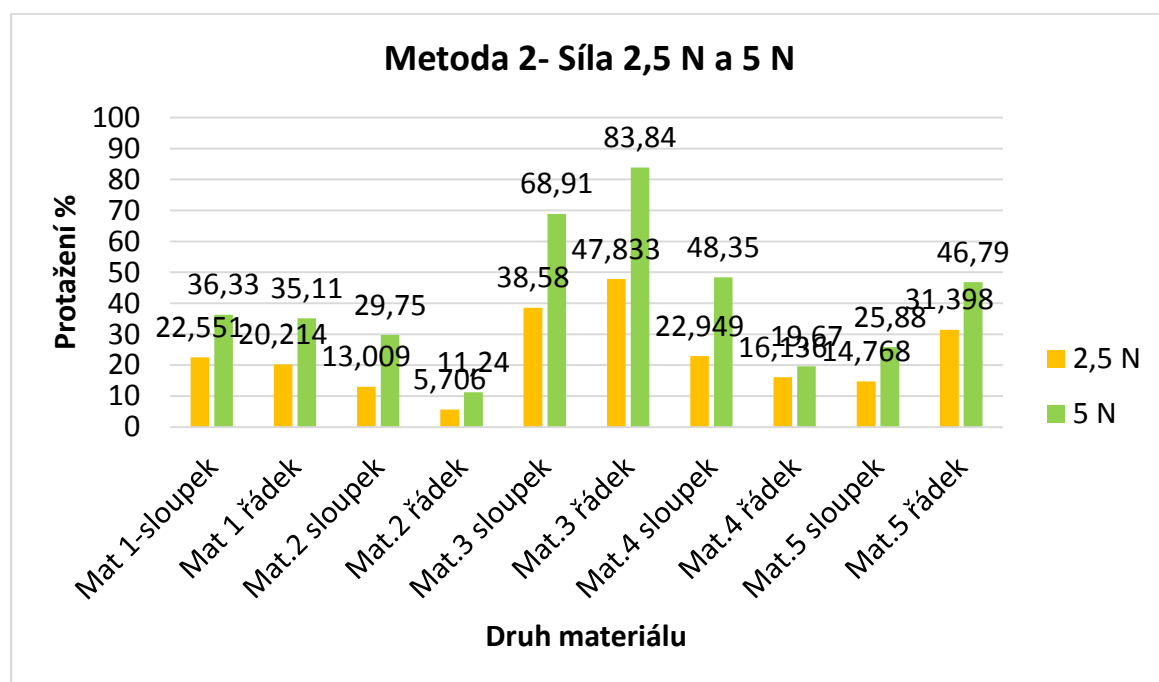
2,5 N	Zákl. délka (mm)	Prodloužení (mm)	Trvalá deformace (mm)	S %	Abs. deformace (mm)	C %	D %	R %
1 s.	100	122,55	104,83	22,551	22,55	4,83	95,17	422,01
1 ř.	100	120,21	102,27	20,214	20,21	2,27	97,73	483,49
2s.	100	113,01	100,73	13,009	13,01	0,73	99,27	763,08
2 ř.	100	105,71	102,33	5,706	5,71	2,33	97,67	1711,75
3 s.	100	138,58	102,47	38,580	38,58	2,47	97,53	252,81
3 ř.	100	147,83	103,83	47,833	47,83	3,83	96,17	201,05
4 s.	100	122,95	100,83	22,949	22,95	0,83	99,17	432,12
4 ř.	100	116,14	102,17	16,136	16,14	2,17	97,83	606,31
5 s.	100	114,77	101,87	14,768	14,77	1,87	98,13	664,52
5ř.	100	131,40	102,17	31,989	31,40	2,17	97,83	311,59

Tabulka 8 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 2- Síla 5 N

5 N	Zákl. délka %	Prodloužení (mm)	Trvalá deformace (mm)	S %	Abs. deformace (mm)	C %	D %	R %
1 s.	100	136,325	104,133	36,33	36,33	4,13	95,86	263,91
1 ř.	100	135,115	103,467	35,11	35,11	3,46	96,53	274,91
2s.	100	129,752	129,752	29,75	29,75	0,60	70,24	236,11
2 ř.	100	111,240	101,367	11,24	11,24	1,36	98,63	877,52
3 s.	100	168,907	103,333	68,91	68,91	3,33	96,66	140,28
3 ř.	100	183,842	104,667	83,84	83,84	4,66	95,33	113,71
4 s.	100	148,353	102,000	48,35	48,35	2,00	98,00	202,67
4 ř.	100	119,666	103,000	19,67	19,67	3,0	97,00	493,23
5 s.	100	125,880	101,333	25,88	25,88	1,33	98,66	381,24
5 ř.	100	146,793	103,100	46,79	46,79	3,10	96,90	207,08

Z grafu č. 2 byla zaznamenána nejvyšší tažnost u materiálu 3 v obou směrech, druhý a třetí nejvíce tažný materiál je materiál 4 a 5 v obou směrech. Nejméně pružné (nejvíce pevné) jsou materiály č. 1 a č. 2. Dále bylo z grafu znatelné, že při působení 5 N oproti 2,5 N se materiály téměř o polovinu více prodloužily.

Graf 2 - Vyhodnocení 2 metody



2.6.3 Metoda 3

Metodou 3 nazývá autorka metodu na přístroji LABTEST 2.05 podle anglické normy D 4964 – 96, která je pevnostní zkouškou v tahu a prodloužení.

Tato metoda zahrnuje měření napětí a tažnost širokých nebo úzkých elastických tkanin vyrobených z přírodních nebo umělých elastických materiálů a to buď samostatně nebo v kombinaci s jinými textilními vlákny při zkoušení s konstantní rychlostí CRE. Použití této zkoušky požaduje údaje o napětí smyčky a tažnosti, na kterých budou výsledků testů stanoveny.

Princip zkoušky:

Autorka bakalářské práce se zcela nedržela metody podle normy D 4964-96, kdy se odchýlila od výpočtů a nastavených sil, ale princip metody dodržela. Autorka se držela způsobu výpočtu podle normy ČSN EN (800886). Pro lepší porovnání výsledků výzkumu.

Na trhačím přístroji se nastavily vstupní parametry, které se do systému uložily jako definice zkoušení. Z každého vzorku o rozměrech 350x100 mm se vytvořila smyčka, která se získala zahnutím materiálu na polovinu a prošitím na řetízkovém stroji v kraji 1 cm. Pro tuto metodu byly speciálně vyrobené svorky viz obr. č. 21, na které se smyčka lehce navlékla. Vzorky byly postupně navléknuty na svorku podle vstupních parametrů viz tab. 9.

Pro tuto metodu byla zvolena pouze síla 5 N, jelikož z hlediska subjektivní analýzy by při síle 2,5 N výrobek z probantky spadl z důvodu opravdu malých hodnot a při síle 10 N by byl nekomfortní z důvodu vysokých hodnot. Proto se z toho důvodu rozhodla autorka výsledky naměřené pro tyto síly vyřadit z výzkumu.

Dílčí závěr:

Tato metoda je z pohledu autorky nejvíce náročná z hlediska vytvoření smyčky a svorek, ale je nejreálnější pro výsledky naměřené, jelikož jsou neoptimálnější pro nositelku, která podprsenku také nosí ve smyčce.

Jak je patrné z tabulky č. 10, nejvyšší tažnost u síly 5 N vykazuje materiál 3 ve směru řádku.

Nevratné protažení u síly 5 N vykazuje materiál 3 ve směru řádku. Získané hodnoty, kterých se dosáhlo pomocí měření, a jejich vypočítané veličiny jsou uvedeny v tabulkách a grafech přiložených v příloze č. 7, 10. Pro každý materiál jak ve směru sloupků, tak ve směru řádku je vložen charakteristický graf, který vyšel z měřicího zařízení. Obrázky z průběhu měření jsou též přiloženy v příloze č. 5.

Tabulka 9 - vstupní parametry pro metodu 3

Základní parametry	
Síla (N)	5
Upínací délka (mm)	100
Rychlost protahování (mm/min)	300
Počet zatěžovacích cyklů	3
Předpětí (N)	0
Čas (min.)	15

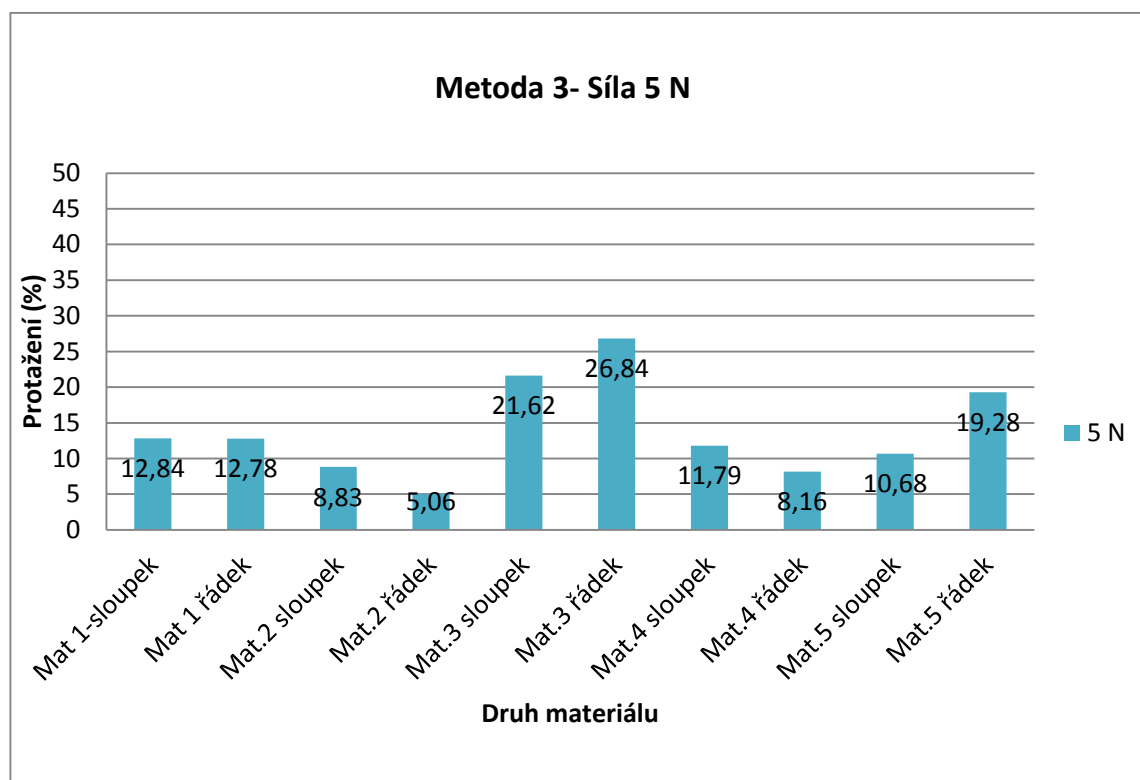


Obrázek 23 Svorky pro vložení smyčky [vl. zdroj]

Tabulka 10 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 3- Síla 5 N

5 N	Základní délka (mm)	Prodloužení (mm)	Trvalá deformace (mm)	S %	Abs. deformace (mm)	C %	D%	R %
1 s	170	190,51	173,00	12,06	21,84	1,76	98,23	814,37
1 ř	170	193,78	173,66	13,99	21,78	2,15	97,84	699,27
2s	170	185,01	170,17	8,83	15,01	0,10	99,90	1131,5
2 ř	170	178,60	171,67	5,06	8,60	0,98	99,02	1956,6
3 s	170	206,76	172,33	21,62	36,76	1,37	98,63	456,15
3 ř	170	215,62	173,33	26,84	45,62	1,96	98,04	365,34
4 s	170	190,05	170,67	11,79	20,05	0,39	99,61	844,56
4 ř	170	183,88	171,67	8,16	13,88	0,98	99,02	1213,1
5 s.	170	188,16	171,33	10,68	18,16	0,78	99,22	928,61
5 ř.	170	202,78	171,33	19,28	32,78	0,78	99,22	514,54

Graf 3 - Vyhodnocení metody 3



2.6.4 Vyhodnocení naměřených výsledků

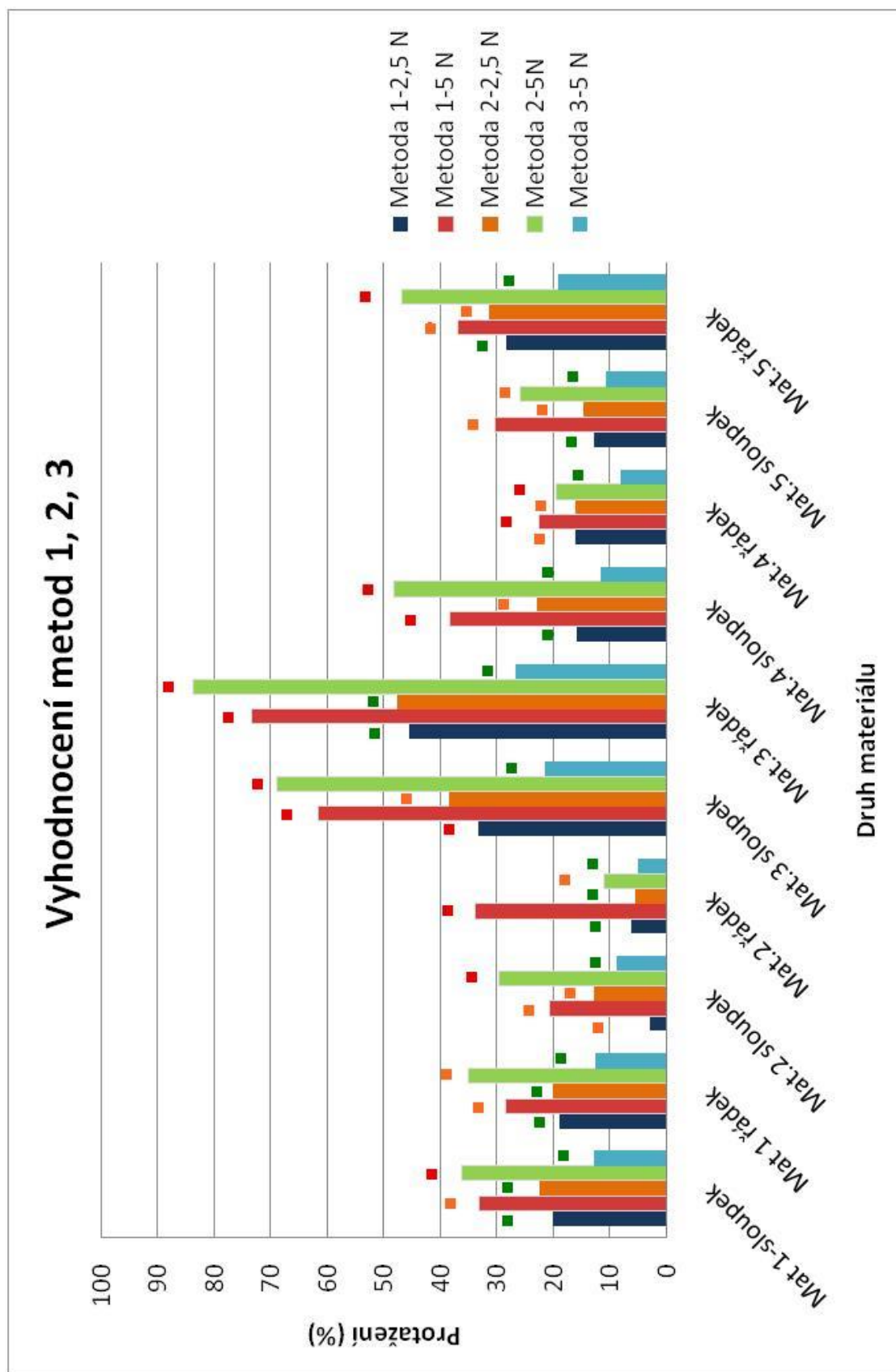
Autorka obdržela 5 odlišných druhů materiálů, vyhodnotila to, že jak se materiál chová, závisí na spoustě odlišných faktorů, ne vždy byl materiál pružnější po sloupku, jak je vidět z grafu č. 4, u většiny materiálu byl materiál pružnější po řádku. Autorka výzkumem došla k určité zajímavosti, kdy materiály, které mají zastoupení nejvíce (%) elastanu, nejsou nejvíce elastické, proto autorka zkoumala i jiné vlastnosti a došla k závěru, že pružnost závisí i vazbě, hustotě sloupků a řádku a hmotnosti. Materiál, který byl nejvíce pružný, měl vazbu trikot+řetízek a byl charakteristický nejnížší hustotou a hmotností. Oproti tomu dva nejpevnější materiály autorka vyhodnotila jako materiály č. 2 a č. 4, které mají vazbu trikot+satén a také mají nejvyšší hustotu po sloupku a řádku oproti ostatním.

Z výzkumu bylo dospěno k názoru, že s přidáním vazby řetízku se materiál stává pružnější, ale naopak s přidavkem saténu pevnější, materiál č. 5 je také typický vysokou pružností a to z důvodu přidavku vazby sukna.

Jak lze posoudit z grafu č. 4, při každé metodě se materiál choval odlišně i přesto, že byly použity stejné vstupní parametry. U metody 1 to bylo dle autorky zapříčiněno hlavně tím, že na materiál působila gravitace a materiál byl táhnut dolu jedním směrem a nebyl pevně uchycen v čelistech jako u metody 2. Tím, že u metody 1 působila gravitace a nebyl na materiál působen velký tlak, pružné materiály se někdy i přetáhly přes stanovenou sílu, ale pevnější materiály se například nedotáhly. U metody 2 byly výsledné hodnoty jiné díky tomu, že materiály byly uchyceny pevně v čelistech, kde spuštěním zkoušky došlo k natažení materiálu do požadované síly, ať už byl materiál sebevíc pružnější nebo pevnější, vždy došlo k natažení na požadovanou sílu, ani více, ani méně. U metody 3 byly výsledné hodnoty rozdílné díky tomu, že byl materiál ve smyčce, tudíž byl dvojnásobný a dle názoru autorky se ukázal jako nepříjemnější pro zkoušení, jelikož jsou podprsenky stejným způsobem uchyceny na těle nositelky. U metody 3 při síle 2,5 N se materiál téměř nepohnul, stejně jako tomu bylo u ostatních metod výzkumu, proto autorka ponechala pro zkoušku dvojnásobnou sílu 5 N, při které byly výsledky optimální.

V grafu č. 4 byly vyobrazeny všechny naměřené metody spojené se subjektivní analýzou, která do grafu byla vnesena pomocí tří barevných čtverců, jednotlivé barvy značily, jak byly pro probantku příjemné při nošení, každá barva je vysvětlena v kapitole 2.7 .

Graf 4 - Vyhodnocení metod 1,2,3 spojené se subjektivní analýzou



2.7 Subjektivní analýza vyhodnocení pružnosti na ženské probantce

Pro ověření předchozích 3 metod byly dané výsledky aplikovány na subjektivní metodu. Touto metodou se změřil podprsň obvod hrudníku probantky (měří se kolem hrudníky pod prsy v místě podprsních rýh), obvod činil 68 cm. Jeden a půl centimetru bylo ponecháno jako rezerva pro zašpendlení na probantce. Z jednotlivých materiálů byl vystřižen ve směru řádku a sloupku vždy jeden pruh materiálu o rozměru 69,5x5 cm.

Získané hodnoty pro subjektivní metodu: hodnoty byly získány pomocí 3 metod, které autorka prováděla na přístrojích, a jednoduché metody, tyto metody bylo zapotřebí zhodnotit pomocí subjektivní analýzy, aby se ověřilo, zda výsledky získané pomocí tří metod, odpovídají subjektivnímu posouzení pro příjemné nošení. Bylo zapotřebí si hodnoty přepočítat na reálný obvod probantky, ten se získal pomocí protažení, které vyšlo v %. Konečný výsledek se vypočítal pomocí trojčlenky. Např. $(4,62\%/100)*68=31,45$ cm - tento rozměr se poté nanese na proužek materiálu a sepnul pomocí špendlíku po dobu 3 minut.

Princip měření: pruh materiálu byl přiložen na probantku pod hrudní část viz Obr. 22, 23. Zkoušený materiál byl postupně stahován podle výsledků v tabulce č. 11, které se na pruh materiálu nanese pomocí metru a fixy. Subjektivní metodu autorka rozdělila podle toho, jak byl daný materiál příjemný probantce při nošení, jak dobře ji seděl, jak moc byl pevný na těle (tlačil), zda byl problém ho stáhnout nebo ji chvíli po nasazení spadl z důvodu malého stáhnutí, při nádechu některý materiál nadechnutí bránil a jiný se zase stáčet, což v tabulce autorka také hodnotí. Tabulka je rozdělena do 8 kategorií - „příjemný, perfektně sedí, pevný na těle, tlačí, nedrží/spadne, problém při nádechu, stáčí se“. Výsledky v tabulce jsou dále rozděleny do 3 barev, červenou, oranžovou, zelenou. Zkoumaný materiál, kdy výstupy z jeho subjektivního hodnocení jsou uvedeny červeně, byl z pohledu autorky nepřijatelný pro nositele, materiál moc tlačil a špatně se v něm dýcho nebo nebylo vůbec možné ho zapnout. Materiál, kdy výstupy z jeho subjektivního hodnocení jsou uvedeny oranžově, by se podle autorky dal použít, ale není zcela optimální, jelikož materiál trochu tlačil, ale při nošení to nečinilo tak velké problémy jako u materiálu hodnoceného červeně.

Materiál, jehož výsledky jsou uvedeny zeleně, byl autorkou vyhodnocen jako nejlepší vhodná možnost pro nositele, materiál nikde netáhnul, netlačil, umožňoval skvělý pocit při nošení a možnost bez problému se nadechnout. Získané hodnoty, kterých se dosáhlo pomocí subjektivní metody, jsou uvedeny v tabulce přiložené v příloze č. 11.

Zhodnocení výsledků:

Ze subjektivní metody vyplývá, že nejpříjemnější pro nositele je metoda 3 při síle 5 N, jelikož všechny hodnoty vyhodnotila probantka zelenou barvou.

Metodu 1 probantka vyhodnotila při síle 2,5 N jako druhou přijatelnou možnost, kde z vyhodnocení vyplynulo 7 výsledků zeleně, 2 oranžově a 1 červeně. Ale při síle 5 N by to pro nositele pohodlné nebylo, jelikož vyšly hodnoty 5 červeně /5 oranžově.

Metoda 2 vyšla podle subjektivní analýzy nejhůře- při síle 2,5 N by to ještě pro nositelku bylo přijatelně pohodlné 4 zeleně /6 oranžově, ale při síle 5 N už vyšly výsledky 7 červeně/3 oranžově.

Podle vyhodnocené subjektivní analýzy by probantka nedoporučila u metod 1 a 2 měřit na přístrojích při síle 5 N, jelikož jsou tyto hodnoty pro nositele nekomfortní a moc vysoké pro zavedení do výroby.



Obrázek 25 subjektivní metoda[vl. zdroj]



Obrázek 24 subjektivní metoda[vl. zdroj]

Tabulka 11 - Subjektivní metoda mat. 1, 2, 3, 4, 5

Materiál	Materiál 1			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Metoda 1(cm)	12,93	22,62	13,66	19,39
Metoda2(cm)	15,33	24,7	13,75	23,87
Metoda 3(cm)	-	8,20	-	9,51
Materiál	Materiál 2			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Metoda 1 (cm)	2,05	14,129	4,29	23,06
Metoda2(cm)	8,85	20,23	3,88	7,64
Metoda 3(cm)	-	6,00	-	3,44
Materiál	Materiál 3			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Metoda 1(cm)	31,03	41,88	22,73	49,95
Metoda2 (cm)	26,23	46,85	32,5	49,01
Metoda 3(cm)	-	14,70	-	18,24
Materiál	Materiál 4			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Metoda 1(cm)	10,83	26,10	12,04	10,47
Metoda2(cm)	15,6	32,80	10,97	13,37
Metoda 3(cm)	-	8,02	-	5,55
Materiál	Materiál 5			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Metoda 1(cm)	8,70	20,76	19,33	20,73
Metoda2(cm)	10,04	17,59	21,3	31,81
Metoda 3(cm)	-	7,26	-	13,112

3 Závěr

Jak už je patrné z názvu bakalářské práce, cílem práce bylo zjistit pružnost a tažnost pletenin určených na spodní prádlo a to přímo na podprsenky. V dnešní době je tato problematika čím dál častěji řešena odborníky a firmami, které se snaží vymyslet jak nejlépe vytvořit pro nositele komfortní oděv, který netlačí a přilne k tělu, ale určit z hlediska zkoušek jakou silou bychom měli na materiál působit je velice obtížné. Při nošení elastických materiálů dochází k velké roztažnosti, se kterou by se mělo počítat a je potřeba tuto skutečnost zohlednit při výrobě. Bakalářská práce měla rozkrýt možné metody a zkoušky, kterými lze zjistit mechanické vlastnosti pletenin a nakonec pomocí subjektivní analýzy zhodnotit naměřené údaje. Pro tuto práci byly vybrány tři odlišné metody, které byly zkoumány při stejných vstupních parametrech. Nejdůležitější částí bylo naměřené výsledky zhodnotit pomocí subjektivní analýzy, zda hodnoty odpovídají realu a jsou pro nositelku pohodlné.

V teoretické části bylo čtenáři blíže objasněno, co to vlastně pleteniny jsou, kde vznikaly, vysvětlení jejich mechanických vlastností a hlavně co se obecně ví o podprsenkách a jaké možné švy a stehy lze na elastické materiály použít a jaké materiálové složení pleteniny obsahují. Tato část je zakončena výzkumem možných zkoušek, kterými lze vyhodnotit právě pružnost a tažnost materiálů.

Experimentální část byla zaměřena na zkoušení vlastností textilií při stejných silách a podmínkách. Na zkoumané materiály působily síly 2,5 N a 5 N, dále bylo hodnoceno, jak různě se materiály chovaly v jednorázovém a cyklickém zatěžování. Dle norem a článků je doporučeno měřit minimálně 5 vzorků ve směru sloupku a řádku, ale z důvodu časové náročnosti zkoušek a množství materiálu, který byl poskytnut firmou Triola, bylo umožněno měřit pouze se 3 vzorky ve směru sloupků a řádků. Výstupná data byla získaná ze 3 metod, které byly porovnány pomocí subjektivní analýzy. Výsledky subjektivní analýzy byly pro lepší přehlednost rozděleny do 3 barev a to tak, že z hlediska nejlepšího komfortu byly vyhodnoceny zeleně, přijatelné pro nositele a trochu těsnější barvou oranžovou a červeně nereálné a moc těsné hodnoty.

Při zkoušení pevnosti a tažnosti se materiál 3 v obou směrech ukázal jako nejpružnější, to bylo zapříčiněno hlavně jeho vazbou, hustotou a hmotností, které byly nejnižší. Druhý a třetí nejtažnější materiál byl materiál 5 a poté 1. Naopak jako nejpevnější materiály se chovaly materiály 2 a 4, které vykazovaly rozdílnou vazbu a nejvyšší hustotu po sloupku a řádku oproti ostatním. U materiálu 5 v obou směrech, u materiálu 1 ve směru řádku a u materiálu 3 ve směru řádku se u subjektivní analýzy působením vyšších hodnot materiál úplně zkroutil, to i při měření na přístrojích, ale nebylo to v tak velké míře jako u subjektivní analýzy.

Z celkových výsledků vyplynulo, že měření na přístrojích a měření pomocí jednoduché metody nelze zavést, aniž bychom provedly subjektivní analýzu na probantce, ale z hlediska výsledků by toto šlo provést s výjimkou pouze u metody 3, která byla prováděna ve smyčce. Materiál ve smyčce byl zhodnocen při síle (2,5, 5, 8,47, 10) N z těchto sil byla nakonec ponechána síla 5 N, při které byly výsledky nejoptimálnější a zhodnoceny zeleně pro nositele. Jelikož jsou pleteniny hodně elastické, není v rámci experimentu doporučeno používat na zkoušení velké síly, jelikož naše tělo také nevyvíjí na oděv tak velkou sílu. Při silách 2,5 N je zkoušení optimální, ale u smyčky bylo samozřejmě zapotřebí sílu zdvojnásobit. Při silách 5 N a více se materiály pouze více natahovaly a zůstávaly větší trvalé deformace.

Z hlediska experimentu vyšla jako nejvhodnější metoda na zjišťování tažnosti pletenin metoda č. 3, která byla zkoušena ve smyčce, z hlediska náročnosti byla sice nejtěžší, jelikož je zapotřebí speciálních svorek a vyžaduje větší časovou náročnost k přípravě vzorků, ale výsledky vyšly naprosto dokonale a není zapotřebí zkoušet je na probantce, což ušetří čas v jiném směru. Jako druhá nejlepší metoda by byla doporučena metoda č. 1, ke které bylo zapotřebí více času na přípravu vzorků, ale vyhodnocení výsledků bylo rychlé a při síle 2,5 N opět celkem přesné pro nositelku při porovnání se subjektivní analýzou. Zejména velké plus této metody je spatřováno v tom, že byla finančně nejméně náročná a může ji zkoušet každý, kdo nevlastní měřicí přístroje. I když u metody č. 1 už by bylo zapotřebí hodnoty poupravit pomocí subjektivní analýzy. Metodu č. 2 na přístroji Testometric Model M350-5CT by autorka nedoporučila z hlediska následovného posouzení subjektivní analýzou, výsledky byly nepřesné a pro nositelku nepohodlné při síle 2,5 i 5 N.

4 Seznam použité literatury a zdrojů informací

4.1 Použité zdroje

- [1] KOVÁŘ, Radko. *Pletení*. 1. vydání. Liberec: TU v Liberci, 1997. 62 s. ISBN 80-7083-244-4
- [2] Štočková, H. *Textilní zbožížnalství- Pleteniny*. TU v Liberci, 2006. 41 s. ISBN 80-7372-114-7
- [3] DOSTÁLOVÁ, Mirka; KŘIVÁNKOVÁ, Mária. *Základy textilní a oděvní výroby*. 2. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2001. 169 s. ISBN 80-7083-504-4
- [4] FILATOV, Vladimír Nikolajevič. *Navrhování pružných textilních výrobků*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1984. 128 s.
- [5] Staněk J.: *Nauka o textilních materiálech*. Díl I., Část 4., Vlastnosti délkových a plošných textilií. Skripta VŠST. Liberec, 1988. 151 s.
- [6] RICHARDSON, Keith. *Designing and patternmaking for stretch fabrics*. Oxford: Blackwell Publishing, 2008, 477 s. ISBN 978-1-56367-479-2.
- [7] YU, Winnie Wing-Man. *Innovation and technology of women's intimate apparel*. Boca Raton: CRC Press, c2006, 248 s. ISBN 978-1-84569-046-5.
- [8] ASTM D 4964 – 96. *Standard Test Method for Tension and Elongation of Elastic Fabrics (Constant – Rate of Extension Type Tensile Testing Machine)*. West Conshohocken: ASTM International, 2012, 5 s.
- [9] PV 3909. Měření statického a trvalého protažení. 1996-12.
- [10] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví. Díl 2*. 1. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2004. 69 s. ISBN 80-7083-825-6
- [11] KOVÁŘ, Radko. *Teorie pletení*. 2. vydání. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní, 1986. 235 s.
- [12] KOVAČIČ, Vladimír. *Kapitoly z textilního zkušebnictví*. 1. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2004. 79 s. ISBN 80-7083-823-X
- [13] Lesley scott.: *Lingerie a Modern Giude*, 1. vydání. 2013. 224 s. ISBN 9781408127544
- [14] Strutex. : *structure and struktural mechanics of textile fabrics : 13th international conference = struktura a strukturní mechanika textilií: 13. mezinárodní konference*, 1. vydání. 2006. 652 s. ISBN 80-7372-135-X

- [15] *kod.tul.cz* [online]. 2014 [citace 2014-03-2]. Spodní prádlo. Dostupné z WWW:<http://www.kod.tul.cz/predmety/TEC2/ZS_12_13/Prednasky/spodni_%20pradlo.pdf>.
- [16] Fuxa, Jiří. *Výroba oděvů a prádla z pletenin*. 3. vydání. Praha: SPN, 1984. 287 s.
- [17] *eshop.triola.cz* [online]. 2014 [citace 2014-03-3]. Spodní prádlo. Dostupné z WWW:<<http://eshop.triola.cz/cs/614-Podprsenka-Charme-21687.html>>.
- [18] ČSN EN 14704-3: Zjišťování pružnosti plošných textilií- Část 3:Úzké textilie.(EN 14704 - 3:2007)
- [19] SONG, Guowen. *Improving comfort in clothing*. 1st pub. Oxford: Woodhead Publishing, 2011, 459 s. ISBN 978-1-84569-539-2.
- [20] *kod.tul.cz* [online]. 2014 [citace 2014-04-1]. Trhačka LABTEST. Dostupné z WWW:<http://www.kod.tul.cz/predmety/OM1/Cviceni/TRHACKA_LABTEST.pdf>.
- [21] *labcontrol.cz*[online]. 2014 [citace 2014-04-1].Testometric. Dostupné z WWW:<http://www.labcontrol.cz/technika/testometric/testom_350_5.html>.
- [22] ČSN EN 14704-1: Zjišťování pružnosti plošných textilií- Část 1: Metody Strip.(EN 14704 - 1:2005)
- [23] LESYKOVÁ, Eva a Ladislav PLÍŠEK. *Anglicko-český technický textilní slovník*. Bratislava: Alfa, 1970, 413 s.
- [24] *labcontrol.cz*[online]. 2014 [citace 2014-03-1]. PV 3909. Dostupné z WWW:<<http://www.labcontrol.cz/vyvoj/pv3909/pv3909.html>>.
- [25] *www.ft.tul.cz/depart/ktm* [online]. 2004 [cit. 2014-04-3]. Základní statistické vzorečky. Dostupné z WWW:<http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/zkouseni_textilii/ulohy/statistika.htm>.
- [26] *eshop.triola.cz* [online]. 2014 [citace 2014-03-7]. Spodní prádlo. Dostupné z WWW:<<http://eshop.triola.cz/cs/642-Podprsenka-Charme-22687.html>>.
- [27] ČSN EN 14704-1: Zjišťování pružnosti plošných textilií- Část 1: Metody Strip. (EN 14704 - 1:2005)

5 Seznam použitých obrázků

<i>Obrázek 1 Zátěžná pletenina [2]</i>	15
<i>Obrázek 2 Osnovní pletenina [2]</i>	15
<i>Obrázek 3 Spodní prádlo Triola [26]</i>	18
<i>Obrázek 4 Spodní prádlo Triola[17]</i>	18
<i>Obrázek 5 vypracování hraničních krajů a švů prádla[15]</i>	19
<i>Obrázek 6 vypracování krajů a švů prádla[15]</i>	19
<i>Obrázek 8 tahová křivka tkaniny a pleteniny[10]</i>	19
<i>Obrázek 7 Vzorek pro zjišťování pevnosti a tažnosti[1]</i>	19
<i>Obrázek 9 Deformační křivka pleteniny [1]</i>	22
<i>Obrázek 10 Smyčka vzorku umístěna na svorkách[8]</i>	24
<i>Obrázek 11 PV 3909[24]</i>	25
<i>Obrázek 12 Jednoduché zátěžové testování[19]</i>	27
<i>Obrázek 13 síla/prodloužení diagram velkých</i>	28
<i>Obrázek 14 Křivky protažení[4]</i>	29
<i>Obrázek 15 LABTEST 2.05[21]</i>	33
<i>Obrázek 16 Testometric Model M350-5CT [20]</i>	33
<i>Obrázek 17 Tvar vzorku pro metodu 1[vl. zdroj]</i>	34
<i>Obrázek 18 tvar vzorku pro metodu 2[vl. zdroj]</i>	34
<i>Obrázek 19 Šicí stroj Tjamato[vl. zdroj]</i>	34
<i>Obrázek 20 Tvar vzorku pro metodu 3[vl. zdroj]</i>	34
<i>Obrázek 21 Přístroj Testometric Model M350-5CT [vl. zdroj]</i>	40
<i>Obrázek 22 Průběh zkoušky [vl. zdroj]</i>	40
<i>Obrázek 23 Svorky pro vložení smyčky[vl. zdroj]</i>	43
<i>Obrázek 24 subjektivní metoda[vl. zdroj]</i>	48

<i>Obrázek 25 subjektivní metoda[vl. zdroj]</i>	<i>48</i>
---	-----------

6 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Zkoušky na měření roztažnosti pletenin.....	23
Tabulka 2 - Zkoušky na měření roztažnosti pletenin.....	23
Tabulka 3 - Vlastnosti materiálu.....	31
Tabulka 4 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 1- Síla 2,5 N	37
Tabulka 5 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 1- Síla 5 N	37
Tabulka 6 - Vstupní parametry pro metodu 2.....	39
Tabulka 7 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 2- Síla 2,5 N	40
Tabulka 8 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 2- Síla 5 N	41
Tabulka 9 - vstupní parametry pro metodu 3.....	43
Tabulka 10 - Naměřené a vypočtené hodnoty pro metodu 3- Síla 5 N	43
Tabulka 11 - Subjektivní metoda mat. 1, 2, 3, 4, 5.....	49
Tabulka 12 - Statistické výpočty pro materiál č. 1,2,3 z měření pomocí jednoduché metody	67
Tabulka 13 - Statistické výpočty pro materiál č. 4,5 z měření pomocí jednoduché metody	68
Tabulka 14 - Statistické výpočty pro materiál č. 1, 2 z měření na testometric Model M350-5CT	69
Tabulka 15 - Statistické výpočty pro materiál č. 3,4,5 z měření na testometric Model M350-5CT	70
Tabulka 16 - Statistické výpočty pro materiál č. 1, 2, 3, 4 z měření na LABTEST 2.05	71
Tabulka 17 - Statistické výpočty pro materiál č. 5 z měření na LABTEST 2.05	71

7 Seznam grafů



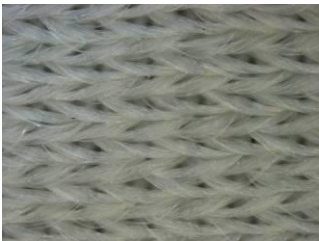




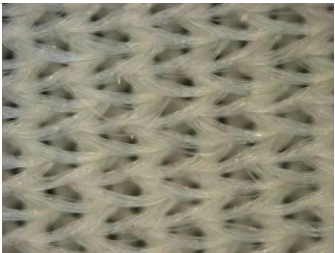


Graf 1 - Vyhodnocení 1 metody	38
Graf 2 - Vyhodnocení 2 metody	41
Graf 3 - Vyhodnocení metody 3	44
Graf 4 - Vyhodnocení metod 1,2,3 spojené se subjektivní analýzou	46
Graf 5 - Tahová křivka pro metodu 2- síla 2,5 N (30 min.).....	64
Graf 6 - Tahová křivka pro metodu 2- síla 2,5 N (30 min.).....	64
Graf 7 - Tahová křivka pro metodu 2- síla 5 N (15 min.).....	65
Graf 8 - Tahová křivka pro metodu 2- síla 5 N (15 min.).....	65
Graf 9 - Tahová křivka pro metodu 3- síla 5 N (15 min.).....	66
Graf 10 - Tahová křivka pro metodu 3- síla 5 N (15 min.).....	66

8 Seznam příloh

Příloha 1 - Materiály pod mikroskopem	59
Příloha 2 - Použité materiály pro experimentální část	60
Příloha 3 - Metoda 1- Materiál 3 vlevo ve směru sloupku a vpravo ve směru řádku....	61
Příloha 4 - Metoda 2- Materiál 3 vlevo ve směru sloupku a vpravo ve směru řádku.....	62
Příloha 5 - Metoda 3- Materiál 3 vlevo ve směru sloupku a vpravo ve směru řádku.....	63
Příloha 6 - Grafy k pevnosti v tahu naměřené na přístroji TestometricM350 – 5CT	64
Příloha 7 - Grafy k pevnosti v tahu naměřené na přístroji LABTEST 2.05	66
Příloha 8 - Statistické výpočty pro materiál č. 1	67
Příloha 9 - Statistické výpočty pro metodu 2.....	69
Příloha 10 - Statistické výpočty pro metodu 3.....	71
Příloha 11 - Subjektivní hodnocení materiálů na stahovaném na těle	72
Příloha 12 - Statistické vzorce	75

9 Příloha

Příloha 1 - Materiály pod mikroskopem

	Lící strana	Rubní strana
1		
2		
3		
4		
5		

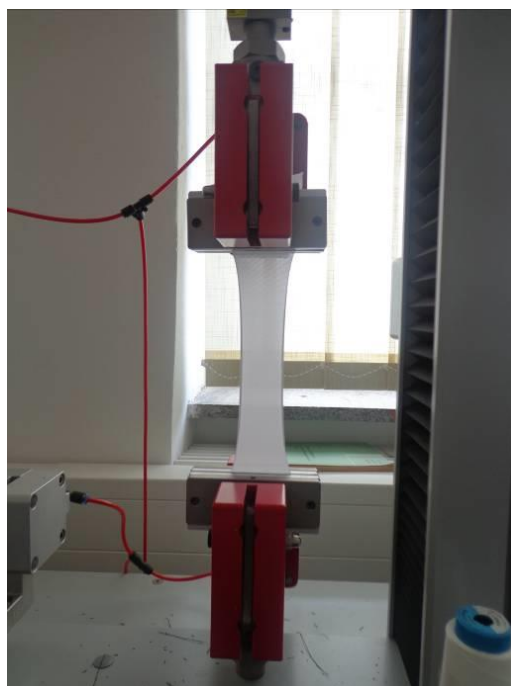
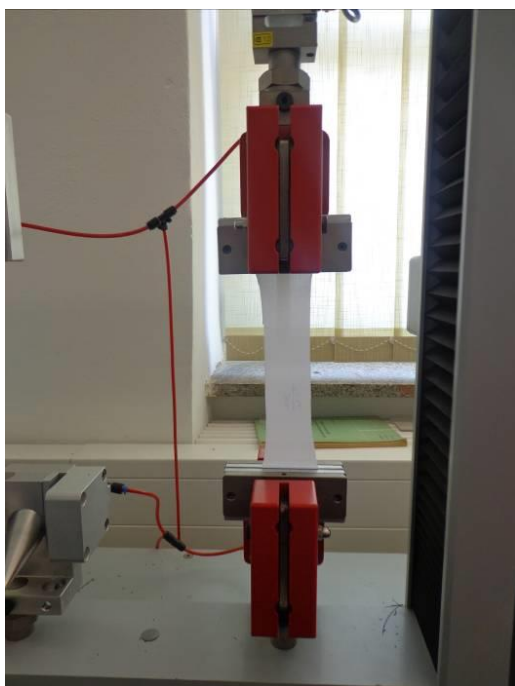
Příloha 2 - Použité materiály pro experimentální část

Materiál 1	
Materiál 2	
Materiál 3	
Materiál 4	
Materiál 5	

Příloha 3 - Metoda 1- Materiál 3 vlevo ve směru sloupku a vpravo ve směru řádku



Příloha 4 - Metoda 2- Materiál 3 vlevo ve směru sloupku a vpravo ve směru řádku

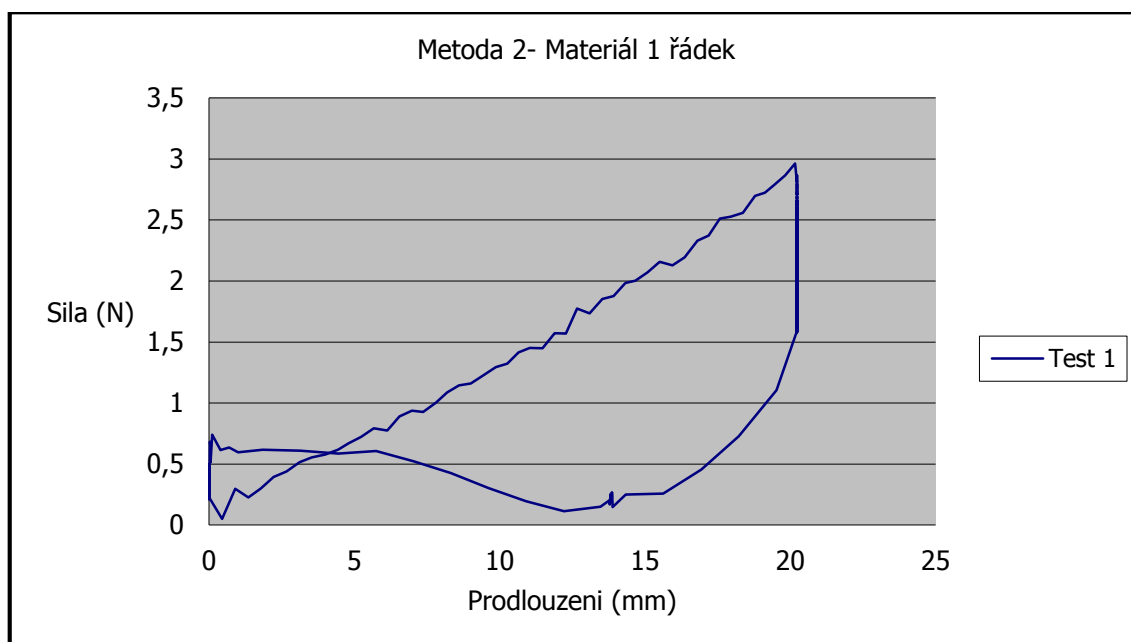


Příloha 5 - Metoda 3- Materiál 3 vlevo ve směru sloupku a vpravo ve směru řádku

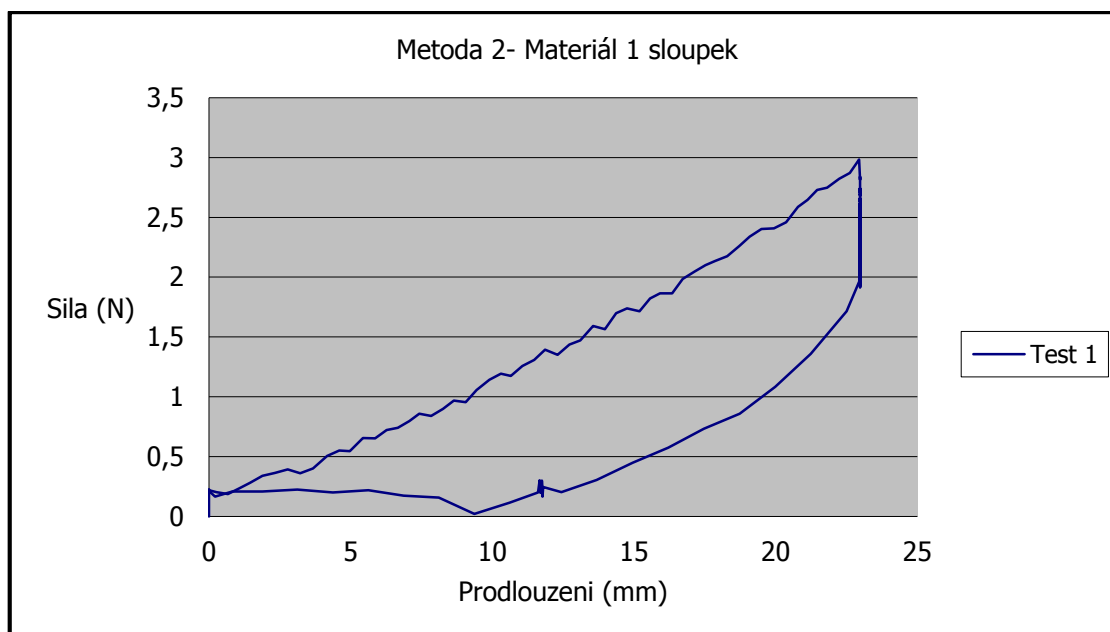


Příloha 6 - Grafy k pevnosti v tahu naměřené na přístroji TestometricM350 – 5CT

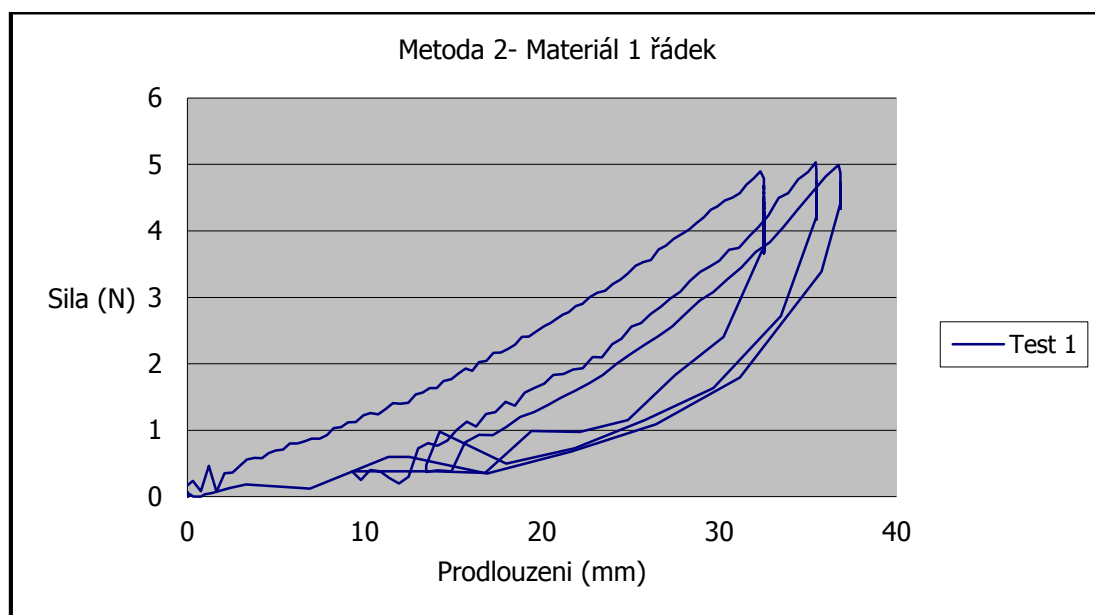
Graf 5 - Tahová křivka pro metodu 2- síla 2,5 N (30 min.)



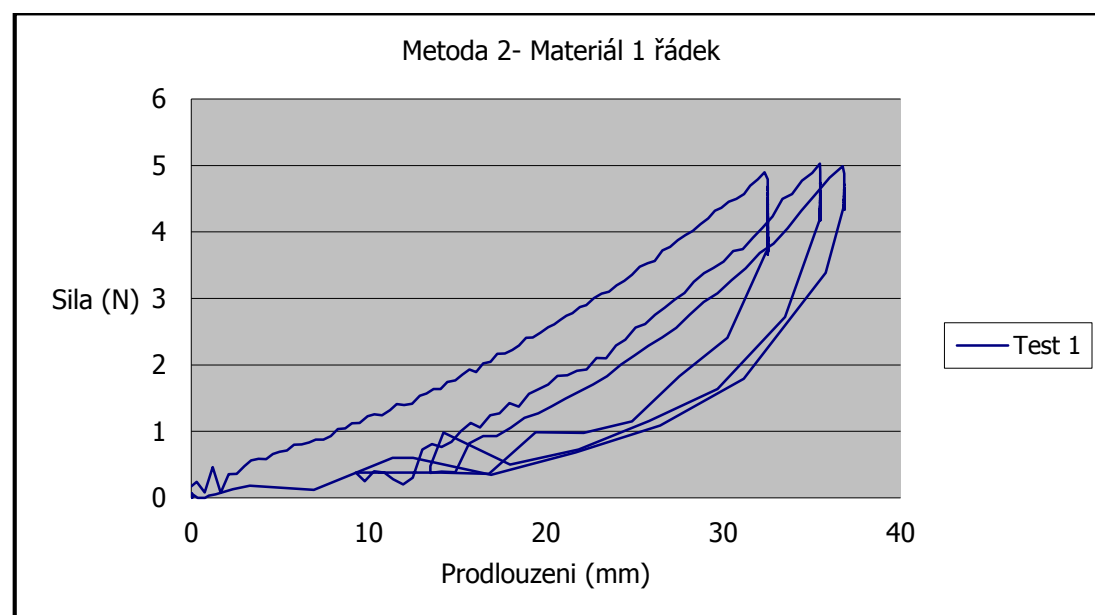
Graf 6 - Tahová křivka pro metodu 2- síla 2,5 N (30 min.)



Graf 7 - Tahová křivka pro metodu 2- síla 5 N (15 min.)

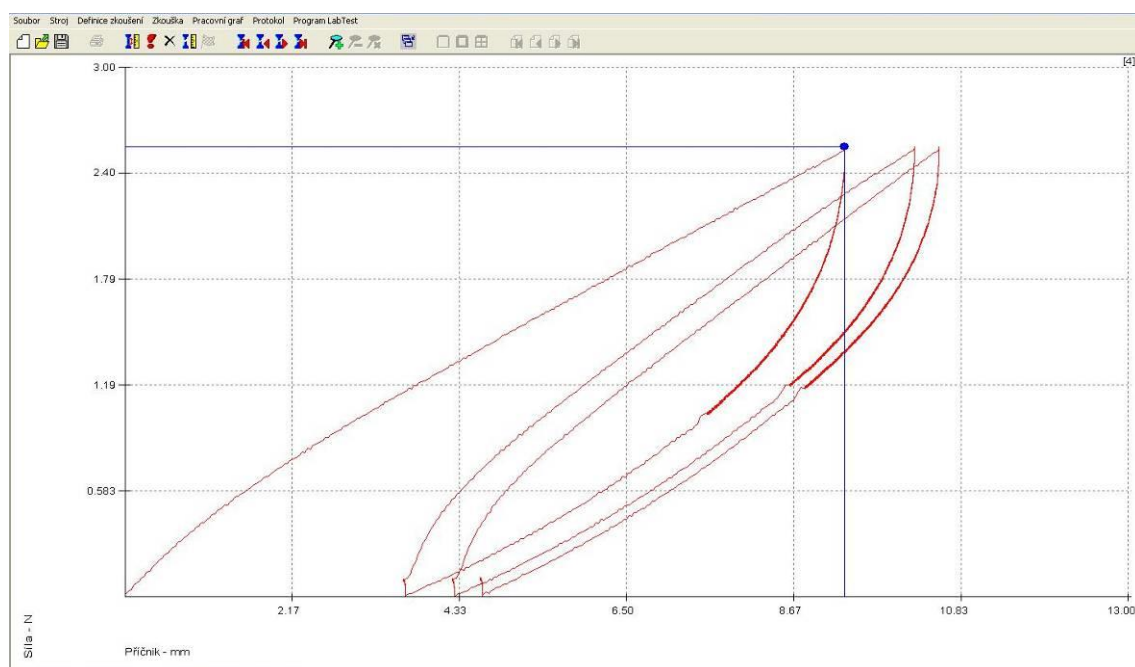


Graf 8 - Tahová křivka pro metodu 2- síla 5 N (15 min.)

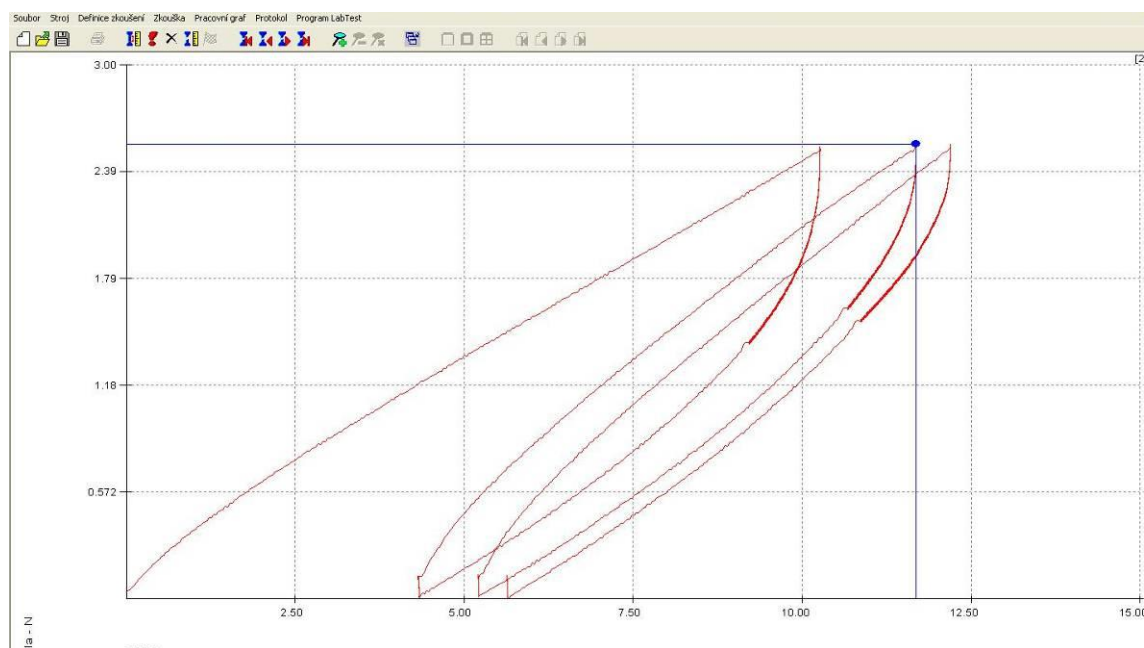


Příloha 7 - Grafy k pevnosti v tahu naměřené na přístroji LABTEST 2.05

Graf 9 - Tahová křivka pro metodu 3- síla 5 N (15 min.)



Graf 10 - Tahová křivka pro metodu 3- síla 5 N (15 min.)



Příloha 8 - Statistické výpočty pro materiál č. 1

Tabulka 12 - Statistické výpočty pro materiál č. 1,2,3 z měření pomocí jednoduché metody

Materiál	Materiál 1			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	98	100	100	94,7
Měření 2	100	100	98,7	95,3
Měření 3	98,7	102,7	98	102,0
Průměr [mm]	97,33	100,90	98,7	98,9
Směrodatná odchylka	2,07	0,32	1,701	2,138
Variační koeficient [%]	1,65	0,245	1,463	1,818
95% interval spolehlivosti	<122,76- 127,44>	<134,09- 134,84>	<118,19- 146,28>	<126,57- 129,08>
Materiál	Materiál 2			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	100	100	97	100
Měření 2	100,7	102,0	100,7	100
Měření 3	98,7	106,0	98,7	100,7
Průměr [mm]	98,4	102,67	98	100,23
Směrodatná odchylka	1,270	1,270	1,270	0,543
Variační koeficient [%]	1,253	1,253	1,253	0,510
95% interval spolehlivosti	<115,26- 117,74>	<115,26- 117,74>	<115,26- 117,74>	<105,97- 107,03>
Materiál	Materiál 3			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	100	100	99,3	102,7
Měření 2	99,3	98,7	99,3	102,7
Měření 3	104	100	99,3	104,0
Průměr [mm]	100,8	99,57	99,3	103,13
Směrodatná odchylka	3,433	5,52	1,302	5,52
Variační koeficient [%]	2,338	3,43	0,983	3,08
95% interval spolehlivosti	<131,22- 133,78>	<154,65- 167,15>	<143,46- 150,19>	<172,65- 185,15>

Tabulka 13 - Statistické výpočty pro materiál č. 4,5 z měření pomocí jednoduché metody

Materiál	Materiál 4			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	98,7	102,7	99,3	98
Měření 2	99,3	102	99,3	101,3
Měření 3	100	99,3	98	104
Průměr [mm]	99,2	101,33	99	101,10
Směrodatná odchylka	1,737	4,43	1,263	3,01
Variační koeficient [%]	1,511	3,165	1,084	2,583
95% interval spolehlivosti	<105,97- 107,03>	<135,21- 145,26>	< 100,08- 102,57>	<113,26- 120,08>
Materiál	Materiál 5			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	98,7	99,3	98,7	101,3
Měření 2	100,7	100,7	100	103,7
Měření 3	100	96,7	98,7	100
Průměr [mm]	100,0	98,90	99,5	101,33
Směrodatná odchylka	0,536	3,505	1,279	12,411
Variační koeficient [%]	0,475	2,715	1,001	9,3857
95% interval spolehlivosti	<116,83- 120,17>	<125,13- 138,07>	< 115,55- 119,75>	<118,19- 146,28>

Příloha 9 - Statistické výpočty pro metodu 2

Tabulka 14 - Statistické výpočty pro materiál č. 1, 2 z měření na testometric Model M350-5CT

Materiál	Materiál 1			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	122,075	134,709	120,186	135,972
Měření 2	122,075	134,709	120,186	135,972
Měření 3	122,075	134,709	120,186	135,972
Průměr [mm]	122,5	136,325	120,21	135,115
Směrodatná odchylka	0,372	1,765	0,020	1,962
Variační koeficient [%]	0,303	1,295	0,016	1,452
95% interval spolehlivosti	<122,130-122,972>	<134,328-138,323>	<120,192-120,236>	<132,894-137,335>
Materiál	Materiál 2			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	112,5309	130,126	105,644	111,144
Měření 2	112,5309	130,126	105,644	111,144
Měření 3	112,5309	130,126	105,644	111,144
Průměr [mm]	113,01	129,752	105,71	111,240
Směrodatná odchylka	0,643	0,264	0,120	0,166
Variační koeficient [%]	0,569	0,204	0,113	0,149
95% interval spolehlivosti	<112,281-113,736>	<129,453-130,051>	<105,570-105,841>	<111,053-111,427>

Tabulka 15 - Statistické výpočty pro materiál č. 3,4,5 z měření na testometric Model M350-5CT

Materiál	Materiál 3			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	138,106	168,794	146,896	184,509
Měření 2	138,106	168,794	146,896	184,509
Měření 3	138,106	168,794	146,896	184,509
Průměr [mm]	138,58	168,907	147,83	183,842
Směrodatná odchylka	1,590	0,220	0,741	4,107
Variační koeficient [%]	1,147	0,130	0,501	2,234
95% interval spolehlivosti	<136,781- 140,379>	<168,658- 169,156>	<146,995- 148,672>	<179,195- 188,490>
Materiál	Materiál 4			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	123,502	148,608	122,222	118,744
Měření 2	123,502	148,608	122,222	118,744
Měření 3	123,502	148,608	122,222	118,744
Průměr [mm]	122,95	148,353	116,14	119,666
Směrodatná odchylka	0,403	2,215	4,328	1,050
Variační koeficient [%]	0,328	1,493	3,727	0,878
95% interval spolehlivosti	<122,493- 123,405>	<145,847- 150,859>	<111,239- 121,033>	<118,478- 150,859>
Materiál	Materiál 5			
Směr měření	Sloupek		Řádek	
Síla (N)	2,5	5	2,5	5
Měření 1	115,329	125,635	131,11	148,39
Měření 2	115,329	125,635	131,11	148,39
Měření 3	115,329	125,635	131,11	148,39
Průměr [mm]	114,77	125,880	131,40	146,793
Směrodatná odchylka	1,003	0,824	0,205	2,124
Variační koeficient [%]	0,874	0,654	0,156	1,447
95% interval spolehlivosti	<113,633- 115,903>	<124,948- 126,812>	<131,166- 131,631>	<144,389- 149,197>

Příloha 10 - Statistické výpočty pro metodu 3

Tabulka 16 - Statistické výpočty pro materiál č. 1, 2, 3, 4 z měření na LABTEST 2.05

Materiál	Materiál 1		Materiál 2	
Směr měření	Sloupek	Řádek	Sloupek	Řádek
Síla (N)	5	5	5	5
Měření 1	186,19	200,38	190,91	185,09
Měření 2	186,19	200,38	190,91	185,09
Měření 3	186,19	200,38	190,91	185,09
Průměr [mm]	190,507	193,78	185,01	178,60
Směrodatná odchylka	3,05	0,81	4,66	4,58
Variační koeficient [%]	3,46	0,92	5,27	5,19
95% interval spolehlivosti	<187,04- 193,96>	<192,86- 194,71>	<179,73- 190,28>	<173,412- 183,79>
Materiál	Materiál 3		Materiál 4	
Směr měření	Sloupek	Řádek	Sloupek	Řádek
Síla (N)	5	5	5	5
Měření 1	207,89	218,19	190,38	182
Měření 2	207,89	218,19	190,38	182
Měření 3	207,89	218,19	190,38	182
Průměr [mm]	206,75	215,62	190,05	183,87
Směrodatná odchylka	1,13	1,82	0,24	1,59
Variační koeficient [%]	1,28	2,06	0,27	1,80
95% interval spolehlivosti	<205,47- 208,03>	<213,55- 217,68>	<189,77- 190,32>	<182,07- 185,67>

Tabulka 17 - Statistické výpočty pro materiál č. 5 z měření na LABTEST 2.05

Materiál	Materiál 5	
Směr měření	Sloupek	Řádek
Síla (N)	5	5
Měření 1	187,85	201,02
Měření 2	187,85	201,02
Měření 3	187,85	201,02
Průměr [mm]	188,16	202,78
Směrodatná odchylka	0,500	1,33
Variační koeficient [%]	0,56	1,513
95% interval spolehlivosti	<187,59- 201,26>	<188,73- 204,29>

Příloha 11 - Subjektivní hodnocení materiálů na stahovaném na těle

Posouzení			Příjemný	Perfektně sedí	Pevný na těle	Tlačí	Problém stáhnout	Nedrží, spadne	Přínádech- Je problém/Není problém	Stáčí se
1 sloupek	1	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Není	Drží	Ne	Ne
		5 N	Ne	Moc ne	Ano	Lehce tlačí	Ano byl	Drží	Ano	Ano
	2	2,5 N	Ano	Ano	Ne	Ne	nebyl	Drží	Není	Ne
		5 N	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano byl	Drží	Ano - velký	Ano
	3	5 N	Ano	Ano	Normální	ne	nebyl	drží	Není	ne
1 řádek	1	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Není	Drží	Ne	Ne
		5 N	Ano	Ano	Pevnější	Ne	Ne	Drží	Ano-trochu	Ne
	2	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Není	Ne
		5 N	Ano	ano	Pevnější	Ne	Ne	Drží	Ano-trochu	Ne
	3	5 N	Ano	Ano	Dobry	Ne	Ne	drží	není	ne
2 sloupek	1	2,5 N	Ano - volnější	Padá, musím povytahovat	Moc ne	Ne	NE	Popadá vá	Ne	Ne
		5 N	Ano	Ano ale už je tlak	Táhne	Ne	Ne	Drží	Trochu	ne
	2	2,5 N	Ano	Ano	Normální-lehce táhne	Ne	Ne	Drží	Lehce tlak	Ne
		5 N	Ne	Ne	Ano-velký tlak	Ano	Ne	Drží	Je	Ne
	3	5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Není	Ne
2 řádek	1	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Není	Ne
		5 N					Nelze zapnout			Ne
	2	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Není	Ne

		5 N	Ano	Ano	Ano, lehce táhne	Ne-lehce	Není	Drží	Ano je	Ne
	3	5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Není	Ne
3 sloupek	1	2,5 N	Ne	Ne	Táhne	Tlačí	Ano	Drží	Ano je	Ne
		5 N					Nelze zapnout			Ne
	2	2,5 N	Ano	Ano-trochu	Trochu táhne	Ne	Trochu ano	Drží	Je	Ne
		5 N					Nelze zapnout			Ne
	3	5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Trochu	Drží	Ne	NE
3 řádek	1	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Není	Drží	není	Ano - hodně
		5 N					Nelze zapnout			Ano - hodně
	1	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Není	Drží	Není	Ano - hodně
		5 N					Nelze zapnout			Ano - hodně
	3	5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Ne	Ano
4 sloupek	1	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	NE	Drží	Lehce	Ne
		5 N	Ne	Ne	Ano	Ano-hodně	Ano	Drží	Ano-hodně	Ne
	2	2,5 N	Ano	Ne-táhne	Normální-lehce tlačí	Lehce	Ne	Drží	Ano je	Ne
		5 N	Ne	Ne	Ano	Ano-hodně	Ano	Drží	Ano-hodně	Ne
	3	5 N	Ano	Ano	Normální	není	NE	Drží	Lehce	Ne
4 řádek	1	2,5 N	Ano	Ano-ale pevnější	Normální	Ne	Ne	Drží	Lehce je	Ne
		5 N	Ne	Ne	Ano-hodně	Ano	Ano-hodně	Drží	Ano	Ne

	2	2,5 N	Ano	Ano-ale pevnější	Normální	Ne	Ne	Drží	Lehce je	Ne
		5 N	Ne	Ne	Ano-hodně	Ano	Ano-hodně	Drží	Ano	Ne
			Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Ne	Ne
5 sloupek	1	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Ne	Lehce
		5 N	Ano	Ano	Začíná být pevnější	trochu	Ne	Drží	lehce	Ano
	2	2,5 N	Ano	Ano	Pevnější	Trochu	Ne	Drží	lehce	Ano
		5 N	Ne	Ne	Pevný	Ano	Ne	Drží	Ano	Ano
	3	5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Ne	Lehce
5 řádek	1	2,5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	Drží	Ne	NE
		5 N	Ano	Ano-ale i tlačí	Normální	Ne	Ne	Drží	Ano je trochu	Ano
	2	2,5 N	Docela ano	Ne	Pevnější	Lehce	Ne	Drží	Ano je	Ano
		5 N	Ne	Ne	Ano-hodně	Ano	Ne	Drží	Ano	Ano
	3	5 N	Ano	Ano	Normální	Ne	Ne	drží	Ne	Ne

Příloha 12 - Statistické vzorce

Aritmetický průměr:

$$\tilde{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (7)$$

Rozptyl:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^2 \quad (8)$$

Směrodatná odchylka:

$$s = \sqrt{s^2} \quad (9)$$

Variační koeficient

$$v = \frac{s}{\tilde{x}} \cdot 100 [\%] \quad (10)$$

interval spolehlivosti:

$$95\% \text{ IS} = \tilde{x} \pm t_{(n-1)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (11)$$